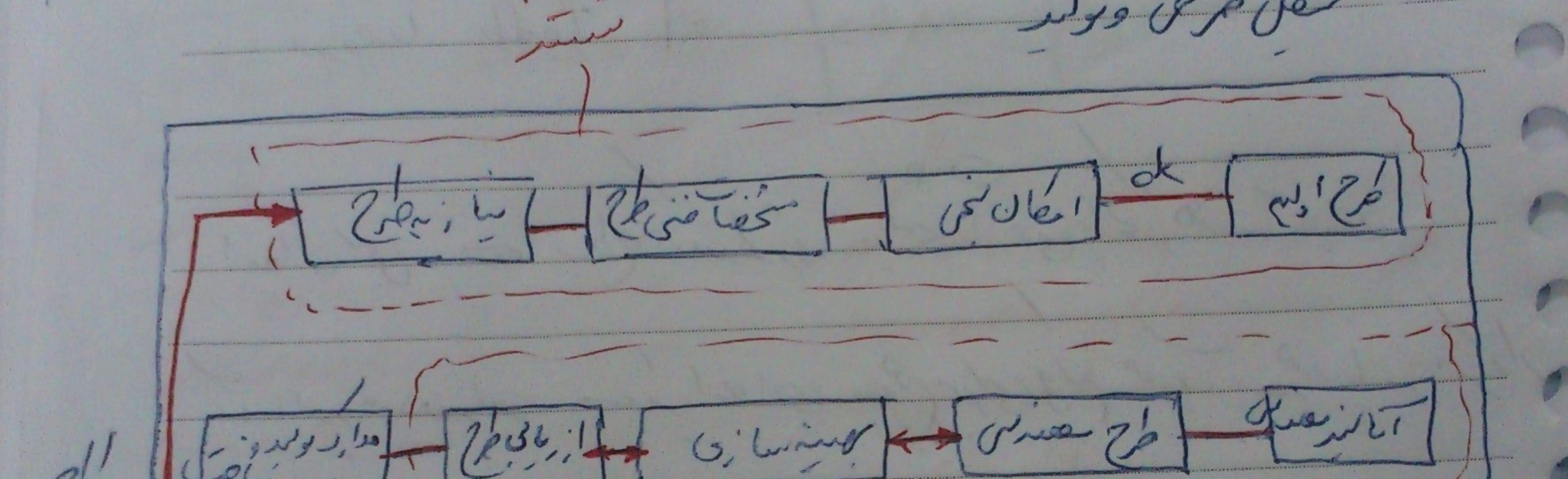
۱

طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر

CAD-CAM

سیکل طراحی و تولید


مشتری
طرح اولیه
ط
امکان سنجی
مشخصات فنی طرح
نیاز به طرح
آنالیز مهندسی
طرح مهندسی
بهینه سازی
ارزیابی طرح
مدارک تولید و ساخت
آنالیز
CAD / CAE
پروسه طراحی
برنامه ریزی تولید
تعیین بسته و ابزار
تولید
کنترل کیفیت
بسته بندی
بازار
CAM
تقاضای بازار
پروسه تولید

Subject :

Year : Month :

با طراحی ← مشخصات ابزار

ماشین ← قدرت ۴kw / ۲۰۰۰ ← مشخصات فنی

سروصدا 20db

۲

انتقال فنی ← سطح تکنولوژی به مشخصات فنی یا تجهیزات هست باشد.

آنالیز محصول ← بعد ایجاد میدهیم بررسی و کنترل جواب ← چه باید با نیاز [illegible]

مستند طراحی ما

طراحی ابزارها چیزها مهندسی سیستم

← نقشه کشی

ارزیابی طراحی ← feedback از بازار

← مدل ریاضی طراحی

← مدل تجاری

و تعیین ترتیب مراحل	(set up, planning)
برنامه ریزی می‌زنند تولید می‌شوند	CAPP ← برنامه سازی اندازی این قسمت‌ها از روی صفحه‌ها کمک میکنند.
ابزار و برنامه‌های NC	

Sina

۹

Subject :

Year : Month :

بیشتر ــــه نیاز به جستجو دارد تا بیشتر اطلاعات کند.

طراحی CAD

Aouto CAD - Mechanical Dekstop

CAtiA - Pro/Eng - CAD/key

هم CAD هم CAE و هم CAM دارد

طراحی مهندسی CAE

تولید بکمک کامپیوتر CAM

Ansys
maxwell
fluent
Algov
mold flow

Master CAM
Power mill
NC work
pro/Eng

dxF
steb
stl
few
igs
sat

Data Exchanger file

(DXF)

فرمت استاندارد اطلاعات CAD

شبه فرمت استاندارد

همه فضاها را هم دارد سایر CIM = computer integreted Manufacturig

Sinar mohenger.

3

نرم افزار {
← ۲

قیمت

کارایی

مونتاژی Assembling modelings

پوسته‌ای Shelling

منحنی/ سطحات

API ← قابلیت برنامه نویسی. از نقشه‌ها به برنامه Application های مختلف کمک)

(Application pretected Interface)

مانیتور ← LCD CRT
(LED)
↑
کامپیوتر ← CPU

اجزای سیستم CAD/CAM/CAE {
اجزای سخت افزاری {
کامپیوتر
سیستم I/O ← قلم دیجیتایزر
کیبورد، ماوس
نرم افزاری

LED : دیود نورانی

CPU : مرکز محاسبات

نرم افزارهایی که از خصوصیات ویندوز استفاده می کنند.

سیستم عامل ویندوز ←

① توابع گرافیک GUI

② پیوند OLE object linking & Embending
که 2D توسعه داده شده.

③ طراحی پارامتریک و تغییراتی

④ طراحی شی گرائی OOP

⑤ محیط مشترک اکتساب) VRML

OLE ← انتقال اشیاء و ابعاد در ویندوز انجام میشود.

01

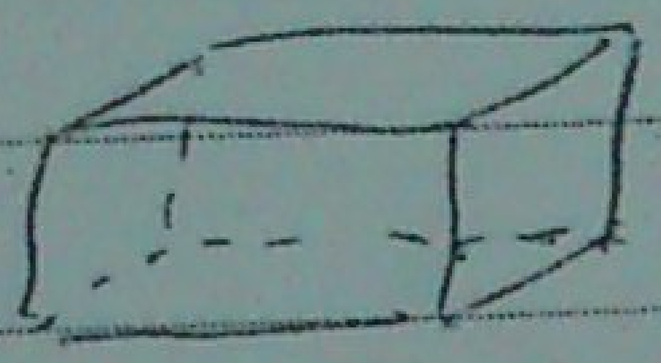
Subject :
Year :	Month :

سیستم CAD

قابلیت های عمده ی یک سیستم CAD شامل

① مدل سازی هندسی

مدل قاب سیمی wire frame



که توسط خطوط به جسم تعبیر میدهیم

مدل توپر جامد (solid model)

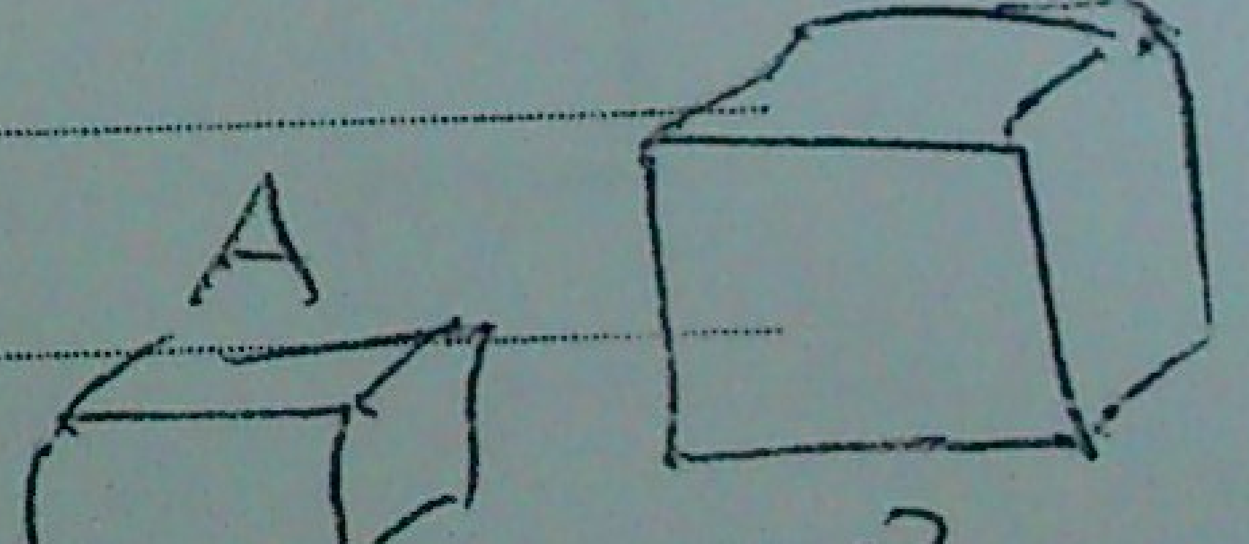
مدل سطحی

Solid model

cgs (c-rep)

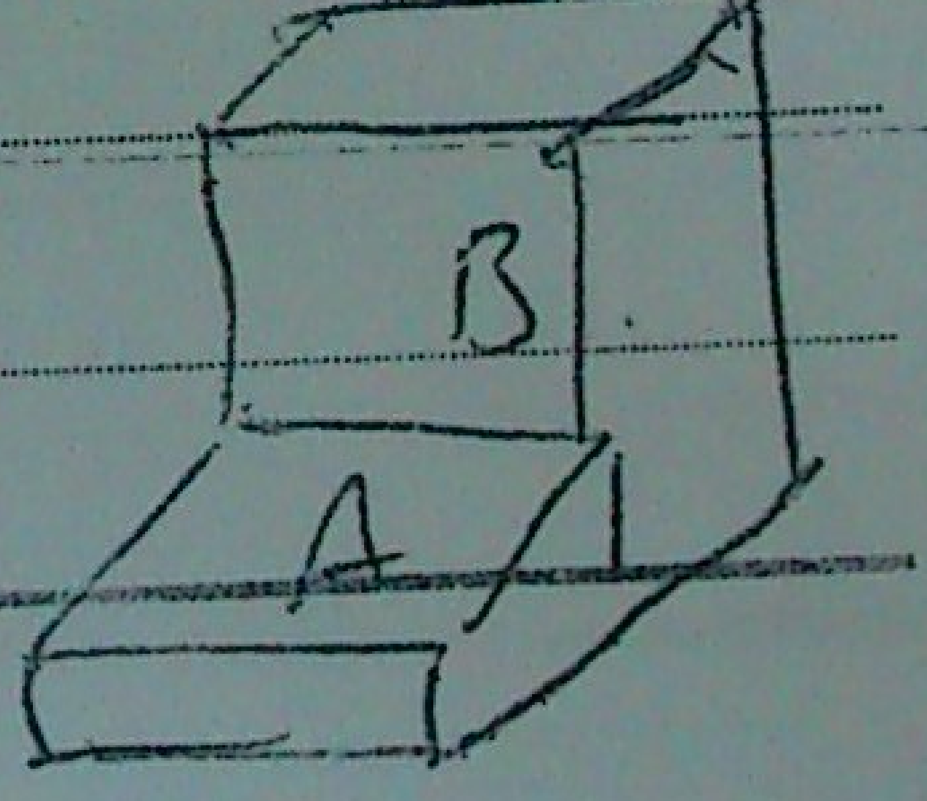
Constructive Solid Geometric

یا B که حجم های اولیه استفاده که مجموعا ترکیب هم



عملیات بولین + حجم اولیه

(∪ ∩ −)



(A ∪ B) − C

~~A ∪ B~~ C

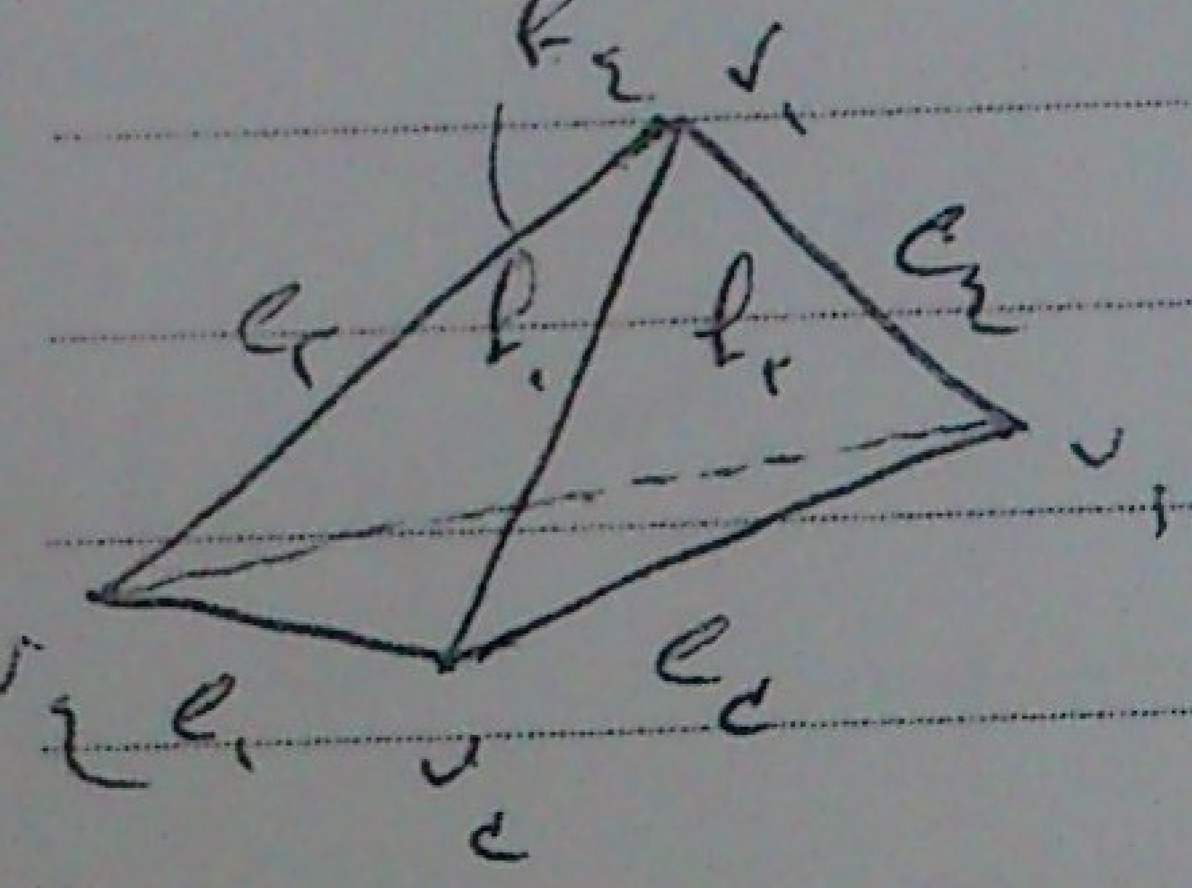
A B

Sina

۲۱

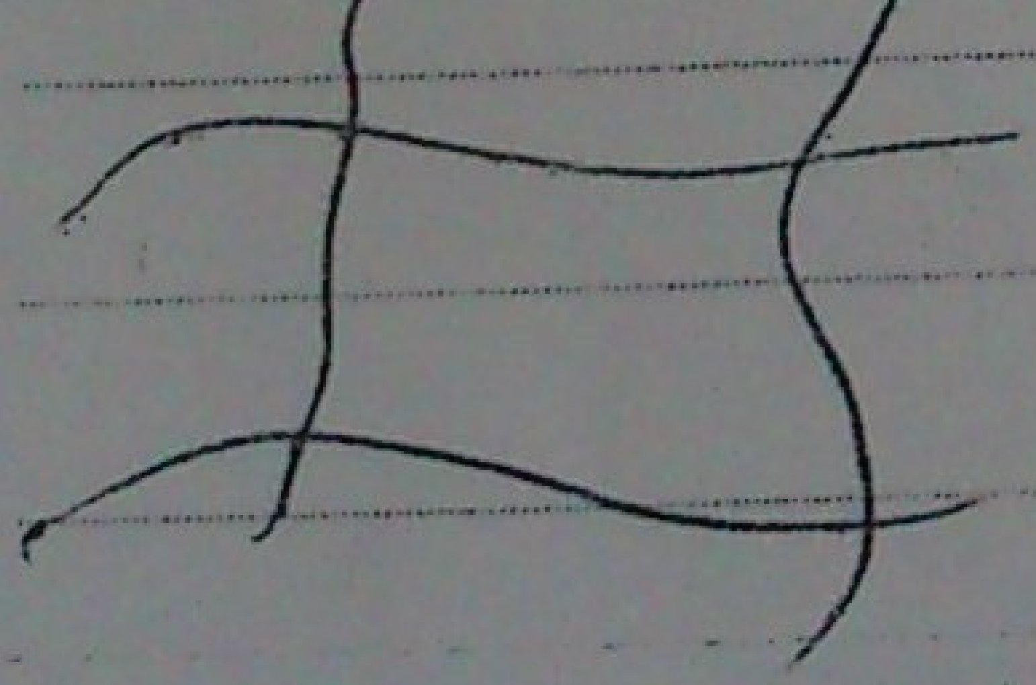
(Boundry Representation) B_rap B بی رپ

اطلاعات ذخیره شده در نرم افزار {
- اطلاعات رئوس
- اطلاعات اضلاع
- اطلاعات صفحات

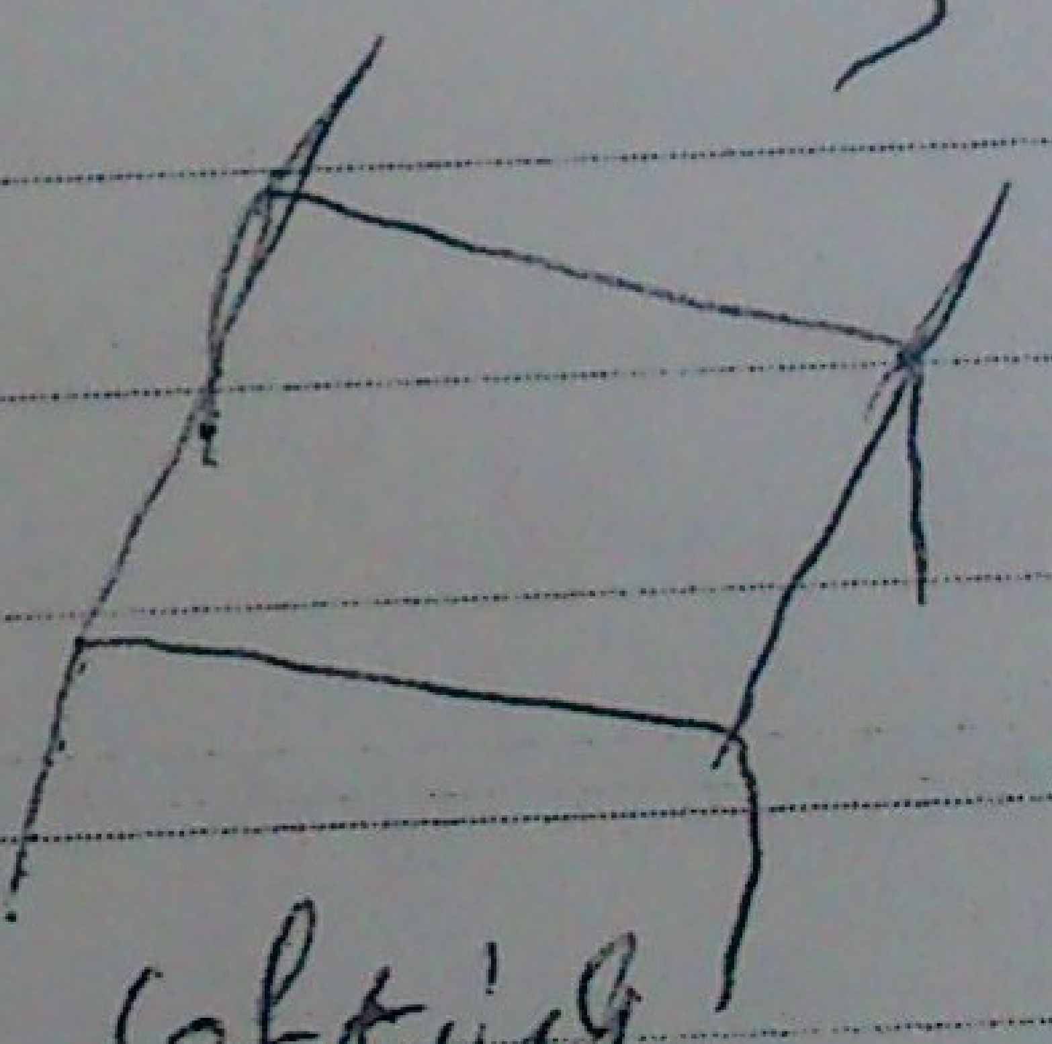


نرم افزار های CAD همزمان از هر دو سیستم استفاده می‌کنند.

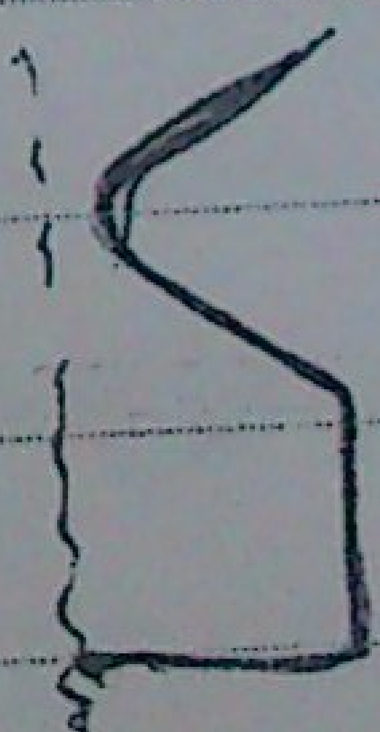
مدل سازی سطحی ← چند تا وایر داریم که روی‌شان یک سطح بسازیم.



Coon surface



lofting



دوران حول خط

فعالیت‌های عمده سیستم‌های CAD/CAM

۱- مدل سازی هندسی
- ۱- قاب سیمی
- ۲- مدل جامد (توپر)
  - ۱- C-rep
  - ۲- B-rep
- ۳- پوسته‌ای (رویه‌ای) Surface model

سطوح آزاد
- Nurbs
- Bezier surface

② آنالیز مهندسی — وزن - مرکز ثقل - ممان اینرسی - مرکز شناوری ابوبالی

سطح مقطع - سطح جانبی

تنش‌ها - کرنش - توزیع تنش [illegible]

[redacted]

③ ارزیابی طرح
- ۱- شبیه‌سازی هندسی
  - شبیه‌سازی برشی ← NC code
  - شبیه‌سازی سریع RP
- شبیه‌سازی تجاری

ارزیابی طرح | مونتاژ ـ حرکت سیناتیکی
تداخل (interfrerced)
توانایی لایه لایه کردن مدل و تولید

RP ← لایه لایه کردن قطعه و روی هم گذاشتن لایه ها
و تهیه نقشه لایه ها

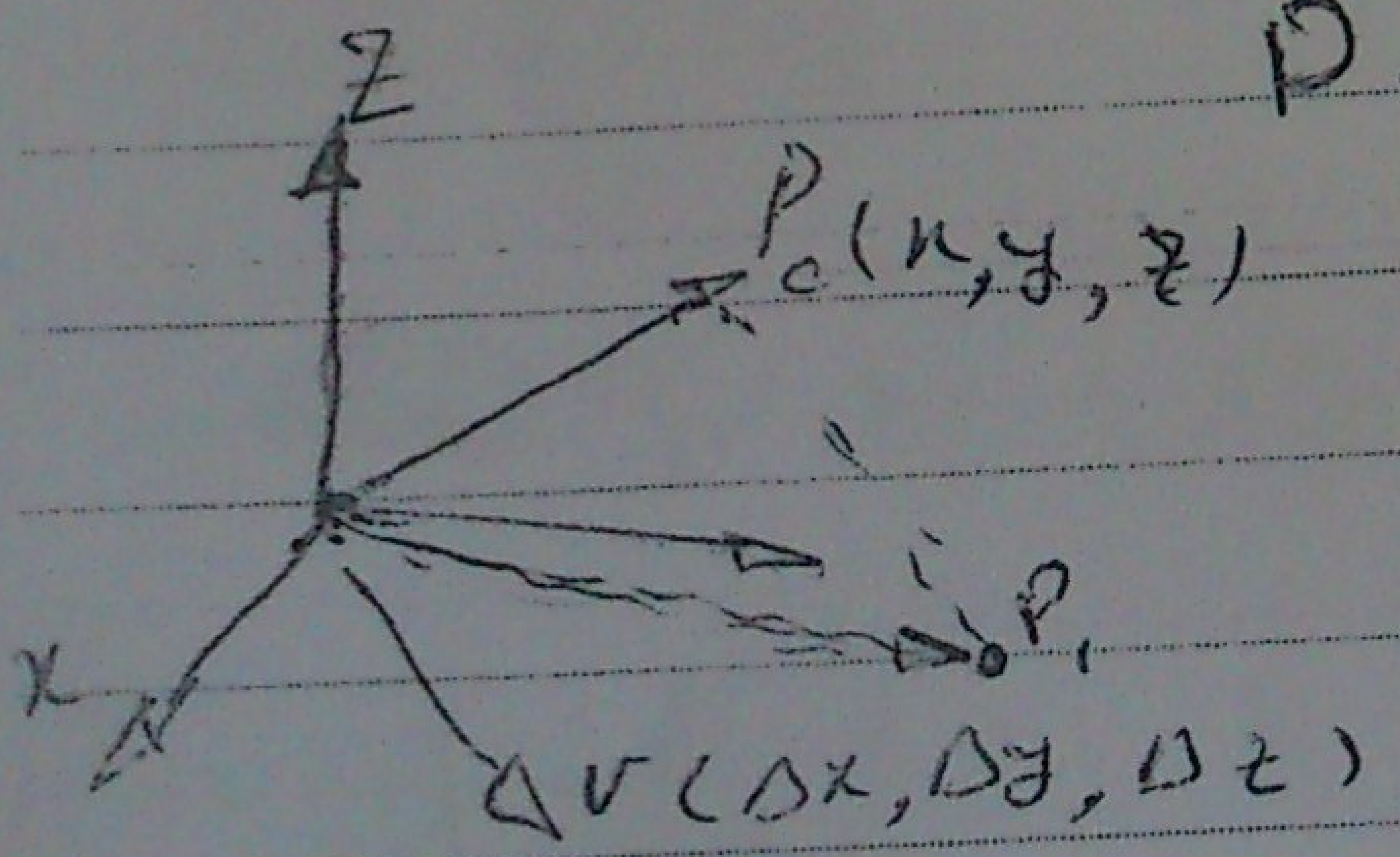
④ مستند سازی طرح (نقشه کشی اتوماتیک) قطعه
Drafting

سیماتیک ← تلرانس گذاری ← مونتاژ

اجزای هندسی

① نقطه (در فضای CAD)

$$\bar{P} = \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix}$$



$$P_1 = \begin{Bmatrix} x+\Delta x \\ y+\Delta y \\ z+\Delta z \end{Bmatrix}$$

ماتریس تبدیل

ماتریس انتقال $T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$

$P_1 = T . P_0$

ماتریس دوران $R_z(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

در هر چیزی ضرب کنیم
آن را حول محور z دوران میدهد

$$R_x(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$M_s = \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

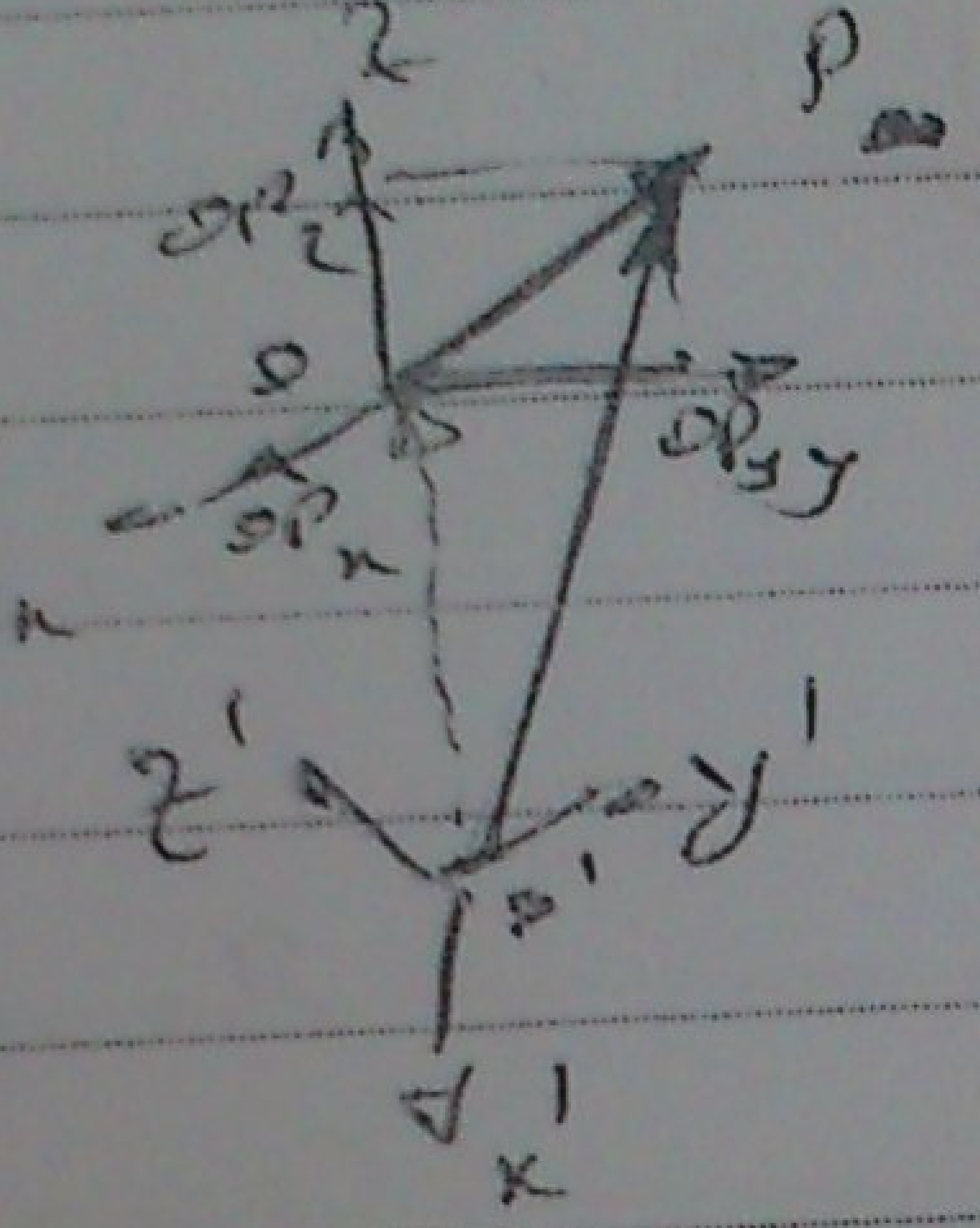
ماتریس Scale =
هر چیزی را بزرگ می‌کند
در راستای x ها S_x برابر.

ط

Subject :
Year : Month :

$$M_R = \begin{bmatrix} \pm 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

و ماتریس تقارن

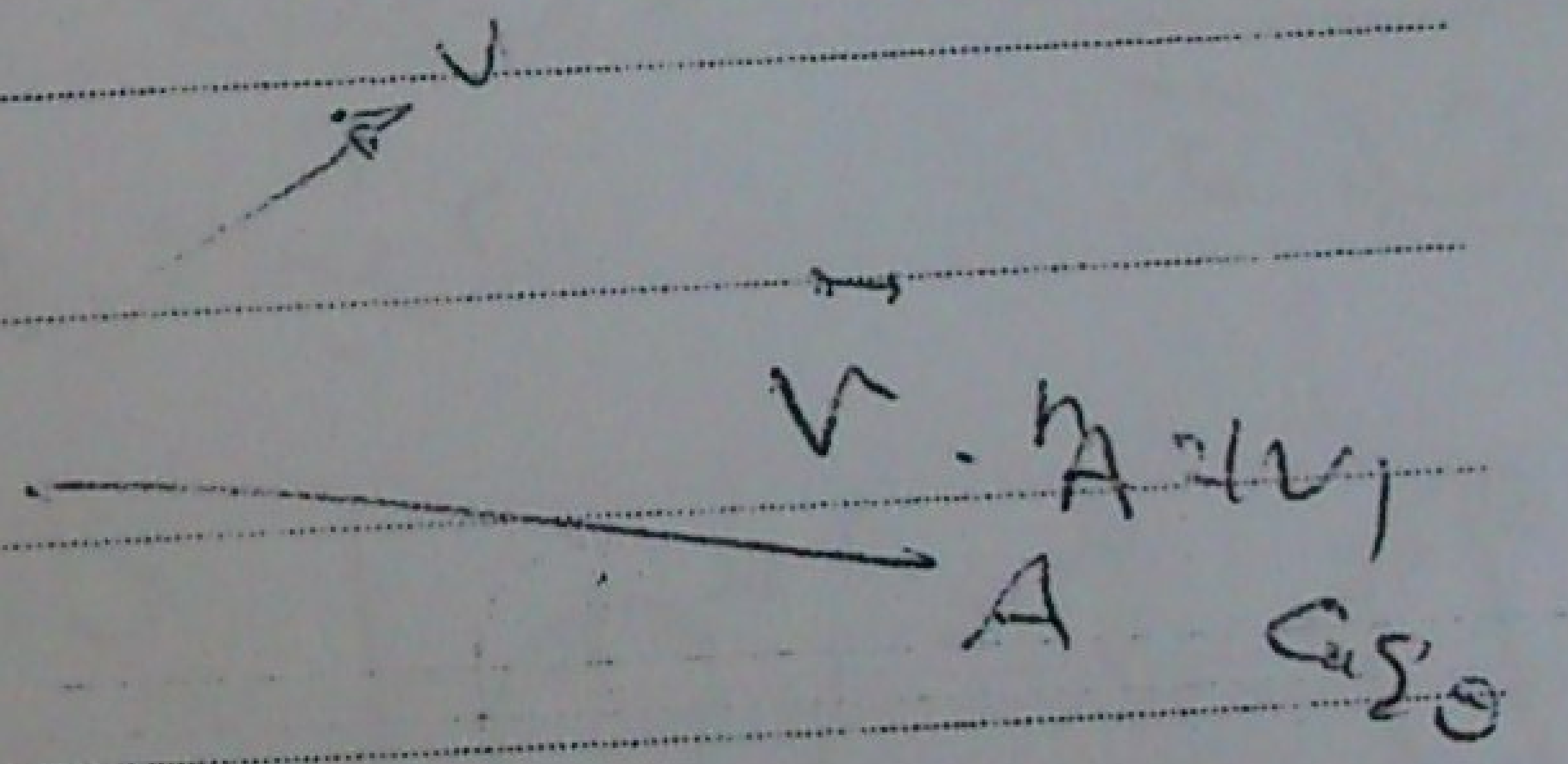


نکته: وقتی بخواهیم مختصات آن جسم را
نسبت به مختصات دستگاه دیگر
بسنجیم به هم نسبی است.

$$\overrightarrow{o'p} = \overrightarrow{o'o} + \overrightarrow{op}$$

[illegible] ← $\overrightarrow{op} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

? $(x'y'z')$



$\vec{V} \cdot \vec{A} = |V|\, A \cos\theta$

$$o'p_{k'} = x\hat{i}\cdot\hat{i}' + y\hat{j}\cdot\hat{i}' + z\hat{k}\cdot\hat{k}'$$

$$o'p = \underbrace{\begin{bmatrix} \hat{i}\cdot\hat{i}' & \hat{j}\cdot\hat{j}' & \hat{k}\cdot\hat{k}' & o'o_{x'} \\ \hat{i}\cdot\hat{j}' & \hat{j}\cdot\hat{j}' & \hat{k}\cdot\hat{j}' & o'o_{y'} \\ \hat{i}\cdot\hat{k}' & \hat{j}\cdot\hat{k}' & \hat{k}\cdot\hat{k}' & o'o_{z'} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{\text{General mapping}} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

مقصود ما از دوران به گونه [illegible]

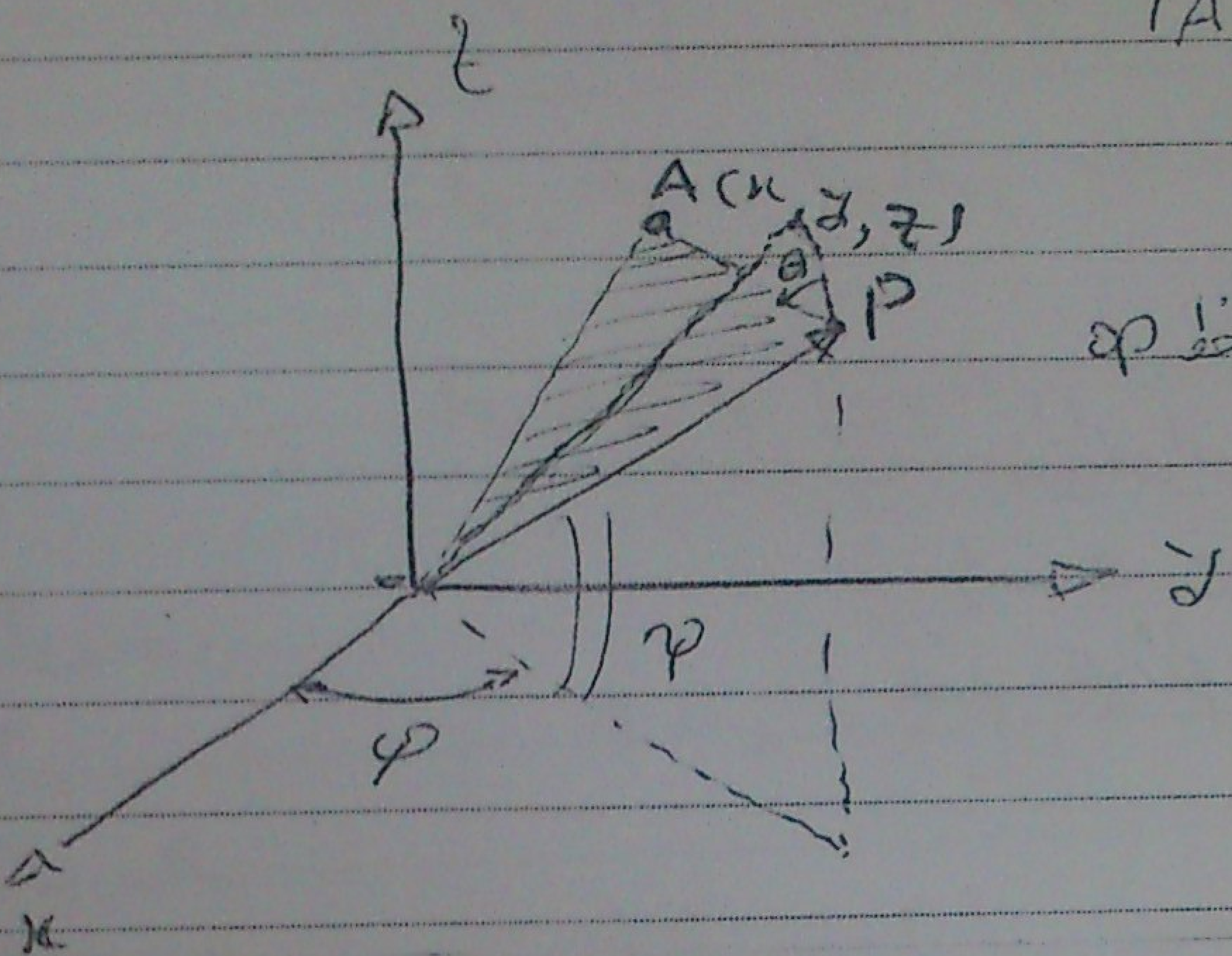
Sina

Subject :
Year : Month :

احسن خط

$$\tan\theta = \frac{|A \times B|}{A \cdot B}$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$$



میخواهیم نقطه A را دوران دهیم حول خط OP → A'

$$R_z(\varphi) R_y(-\psi) R_x(\theta) \underbrace{R_y(\psi) R_z(-\varphi)}_{} \vec{A} = A'$$

با این شکل به صفحه z-x منتقل میشود.

تقارن

انتقال

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix}$$

7

$A = T^{-1}$ $\quad T_{11}A_{11} = T_{12}A_{21} = I$

$T_{11}A_{12} + T_{12}A_{22} = \cancel{I}\ 0$

$T_{21}A_{11} + T_{22}A_{21} = 0$

$T_{21}A_{12} + T_{22}A_{21} = I$

$T_{21} = 0$

$T_{22} = 1$ $\quad R A_{11} + D A_{21} = I$

$T_{11} = R$

$T_{12} = D$ $\quad R A_{12} + D A_{22} = 0$

$A_{21} = 0 \quad \rightarrow A_{12} = -R^{-1} D A_{22}$

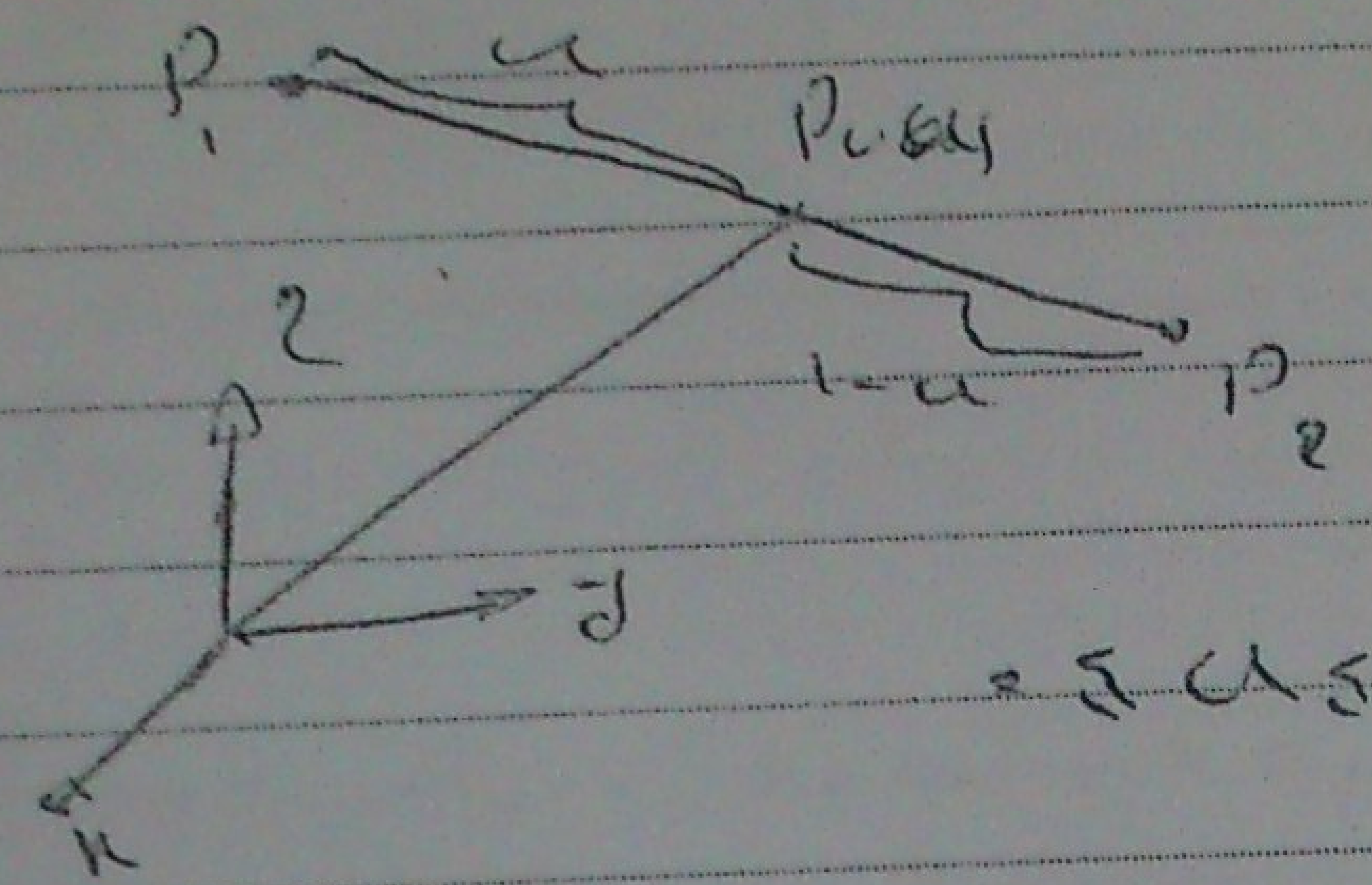
$A_{22} = I \quad A_{11} = R^{-1}$

Subject :
Year : Month :

۲/۲ خط

۲

معادله خط در فضای CAD



$0 \le u \le 1$

$$P(u) = (1-u)P_1 + uP_2$$

$$\downarrow$$

$$\begin{bmatrix} x(u) \\ y(u) \\ z(u) \\ 1 \end{bmatrix}$$

اجزای رسمی CAD

① نقطه

② خط

③ دایره

$$P(u) = R\cos 2\pi u + R\sin 2\pi u$$

④ منحنی تحلیلی

و تقریبی

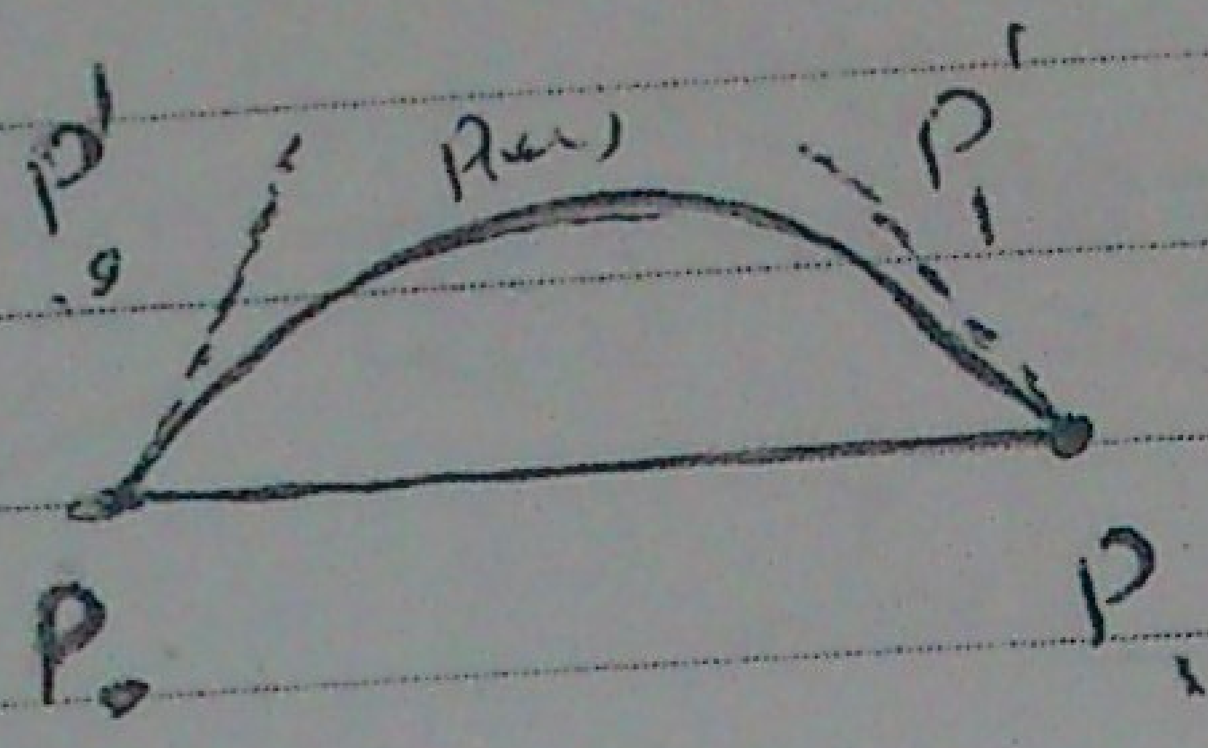
$$P(u) = \begin{Bmatrix} f(u) \\ g(u) \\ h(u) \\ 1 \end{Bmatrix}$$

$0 \le u \le 1$

منحنی هرمیت

$$p(u) = a_0 + a_1 u + a_2 u^2 + a_3 u^3$$

$0 \le u \le 1$



← ۴ شرط مرزی

$$p'(u) = a_1 + 2a_2 u + 3a_3 u^2$$

اعمال شرط مرزی : $p(0) = \boxed{P_0 = a_0}$

$$p'(0) = \boxed{P'_0 = a_1}$$

$$p(1) = a_0 + a_1 + a_2 + a_3 \Rightarrow a_2 + a_3 = P_1 - P_0 - P'_0$$

$$p'(1) = P'_1 = a_1 + 2a_2 + 3a_3$$

$$2a_2 + 3a_3 = P'_1 - P'_0$$

$$\Rightarrow a_3 = P'_1 - P'_0 - 2P_1 + 2P_0 + 2P'_0 = P'_1 + P'_0$$

$-2P_1$

$+2P_0$

$$a_2 = P_1 - P_0 - P'_0 - P'_1 - P'_0 + 2P_0$$

$$a_2 = 3P_1 - 3P_0 - 2P'_0 - P'_1$$

جایگذاری مجهول

$$P(u) = P_0 + P'_0 u + (3P_1 - 3P_0 - 2P'_0 - P'_1)u^2 + (P'_1 + P'_0 - 2P_1 + 2P_0)u^3$$

↓

صورت ماتریسی اش ← $P(u) = \begin{bmatrix} 1-3u^2+2u^3 & 3u^2-2u^3 & u-2u^2+u^3 & -u^2+u^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_0 \\ P_1 \\ P'_0 \\ P'_1 \end{bmatrix}$

که صفحه‌ی ماتریس را ضرب P ها میکنیم و نقطه

برای منحنی هرمیت این ماتریس همواره همین است چون ثابت‌ها بیرون هستند.

↓

توابع شکل (توابع هرمیت)

Blendig Function or shape

که مستقل از اینکه نقاط ما چه باشد تابع همین است.

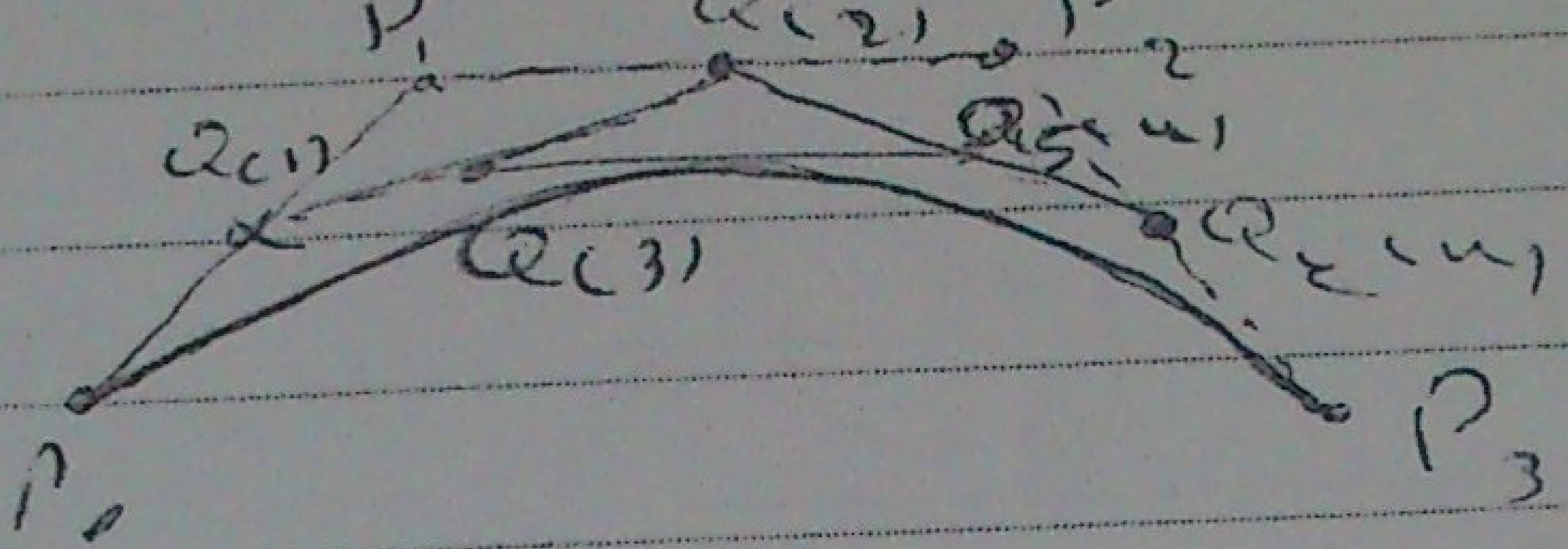
یعنی اطلاعات ۴ نقطه را داشته باشیم منحنی را داریم.

Subject :

Year : Month :

منحنی بزیر Bizier curve

۲



$Q_1(u) = (1-u)P_0 + uP_1$

اگر دو نقطه تبدیل به یک نقطه شود
منحنی تبدیل به درجه ۲ خواهد شد

$Q_2(u) = (1-u)P_1 + uP_2$

$Q_4(u) = (1-u)Q_1(u) + uQ_2(u)$

$$\boxed{Q_4(u) = (1-u)^2 P_0 + 2u(1-u)P_1 + u^2 P_2}$$

$Q_3(u) = (1-u)P_2 + uP_3$

$Q_5(u) = (1-u)Q_2(u) + Q_4(u)$

$Q_6(u) = (1-u)Q_3(u) + uQ_5(u)$

$Q_6(u) = P(u) = (1-u)^3 P_0 + 3u(1-u)^2 P_1 + 3u^2(1-u) P_2 + u^3 P_3$

Sina

Subject : توابع مخلوط
Year : Month :

$$p(u) = \sum_{i=0}^{3} B_{i,n}(u) P_i$$

منحنی عبوری از ۴ نقطه
P_0 و P_1 و P_2 و P_3

$$p(u) = \sum_{i=0}^{3} B_{i,3}(u) P_i$$

$$B_{i,3}(u) = \binom{3}{i} u^i (1-u)^{3-i}$$

$$B_{0,3}(u) = (1-u)^3$$

$$B_{1,3}(u) = \binom{3}{1} u^1 (1-u)^{3-1}$$

$$B_{2,3}(u) = \binom{3}{2} u^2 (1-u)^{3-2}$$

منحنی بزیر منحنی تقریبی است و فقط از نقاط ابتدا و انتها از بین نقاط عبور می‌کنند. بقیه نقاط فقط حالت کنترلی دارند.

هر تغییر جزئی در منحنی بزیر باعث تغییر کل منحنی خواهد شد یعنی اصلاح جزئی نداریم. مثلاً نقطه P_1 را جابجا کنیم کل منحنی عوض می‌شود

هرچه تعداد نقاط بیشتر باشد درجه منحنی هم بیشتر خواهد شد.

Subject :

Year : Month :

$$P(u) = \sum_{i=0}^{n} B_{i,n}(u) P_i$$

$$B_{i,n}(u) = \binom{n}{i} u^i (1-u)^{n-i}$$

منحنی spline

منحنی [illegible]

$${}_{0,1}(t) = \underbrace{\frac{t_1 - t}{t_1 - t_0}}_{1-u} P_1 + \underbrace{\boxed{\frac{t - t_0}{t_1 - t_0}}}_{u} P_2$$

[illegible] p(u) [illegible]

است [illegible] t_0 و t_1 [illegible]

[illegible]

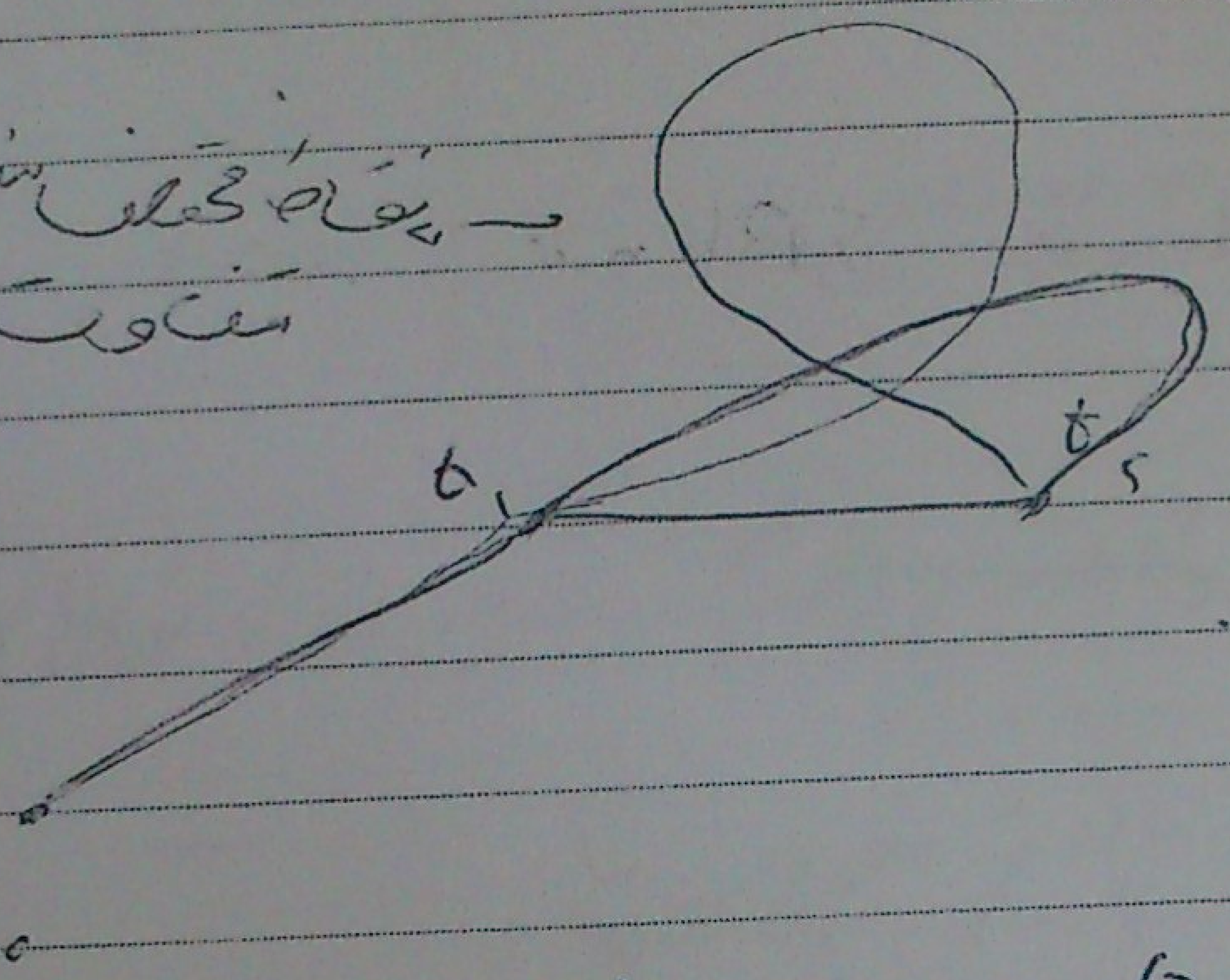
$$P_{1,2}(t) = \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1} P_1 + \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} P_2$$

$$P_{0,2} = \frac{t_2 - t}{t_2 - t_0} P_{0,1}(t) + \frac{t - t_0}{t_2 - t_0} P_{1,2}(t)$$

$$P_{0,2}(t) = \left(\frac{t_2 - t}{t_2 - t_0}\right)\left(\frac{t_1 - t_0}{t_1 - t_0}\right)P_0 + \left(\frac{t_2 - t}{t_2 - t_0}\right)\left(\frac{t - t_0}{t_1 - t_0}\right)P_1$$

$$+ \left(\frac{t - t_0}{t_2 - t_0}\right)\left(\frac{t_2 - t_0}{t_2 - t_1}\right)P_1 + \left(\frac{t - t_0}{t_2 - t_0}\right)\left(\frac{t - t_1}{t_2 - t_1}\right)P_2$$

نقاط تقاطع منحنی متفاوت ←



مسیر منحنی چه شکلی باشد

تابع not vector است.

$(t_0 \quad t_1 \quad t_2)$

$0 \quad 0.2 \quad 3$

فاصله کم منحنی جمع میشود

فاصله زیاد است
منحنی سراشیبی تری میسازد.

$$P_{0,n}(t) = P_0 b_{0,n}(t) + P_1 b_{1,n}(t) + P_2 b_{2,n}(t)$$

$$+ \cdots + P_n b_{n,n}(t)$$

۱۱

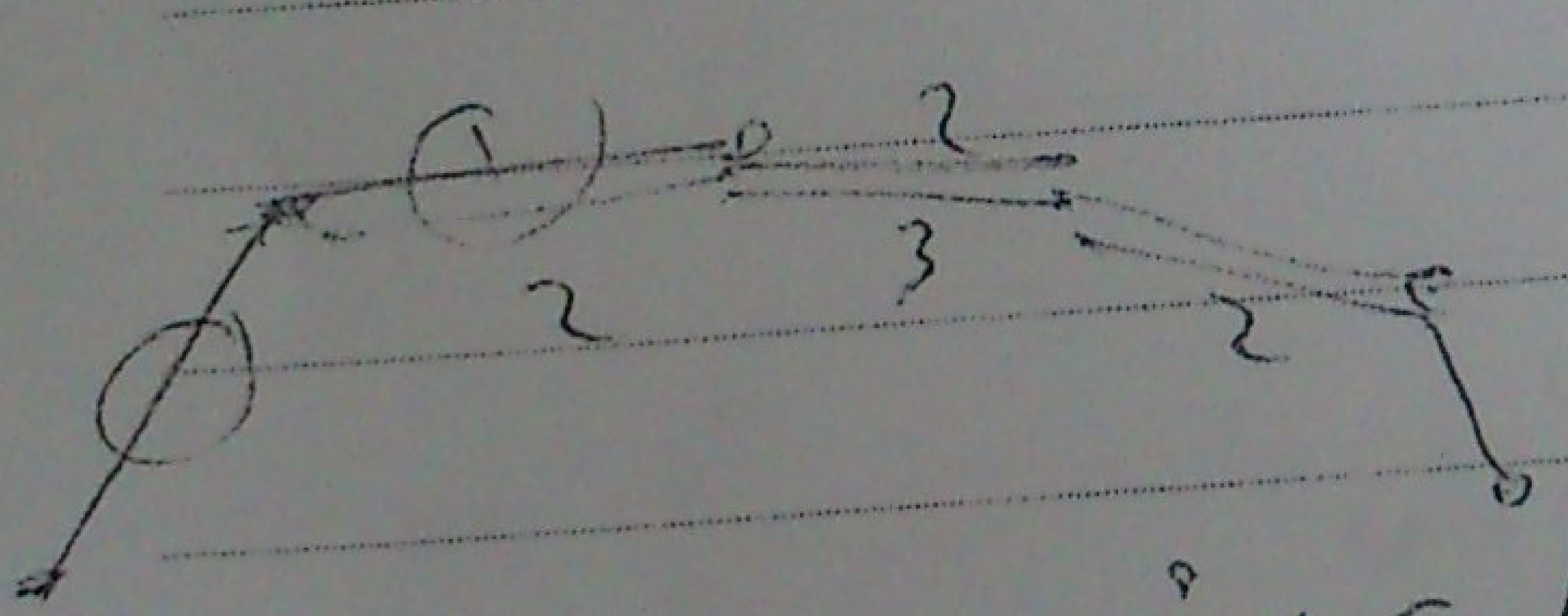
Subject :
Year : Month :

$$l_{i,n}(t) = \prod_{\substack{j=0 \\ j\neq i}}^{n} \frac{t - t_j}{t_i - t_j}$$

$$l_{i,n}(t_k) = \begin{cases} 1 & \text{if } k=i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

ایرادی که به دو منحنی وارد این است که هرچه تعداد نقاط بیشتر شود درجه منحنی بالاتر می‌رود.

منحنی B_Spline



۱- مجبور نیست درجه منحنی تعداد نقاط کنترل باشد.

۲- نگارش (Edit) موضعی داشته باشیم.

$$P(t_k) = N_{i,\boxed{k}}^{(u)} P_i$$

k درجه منحنی

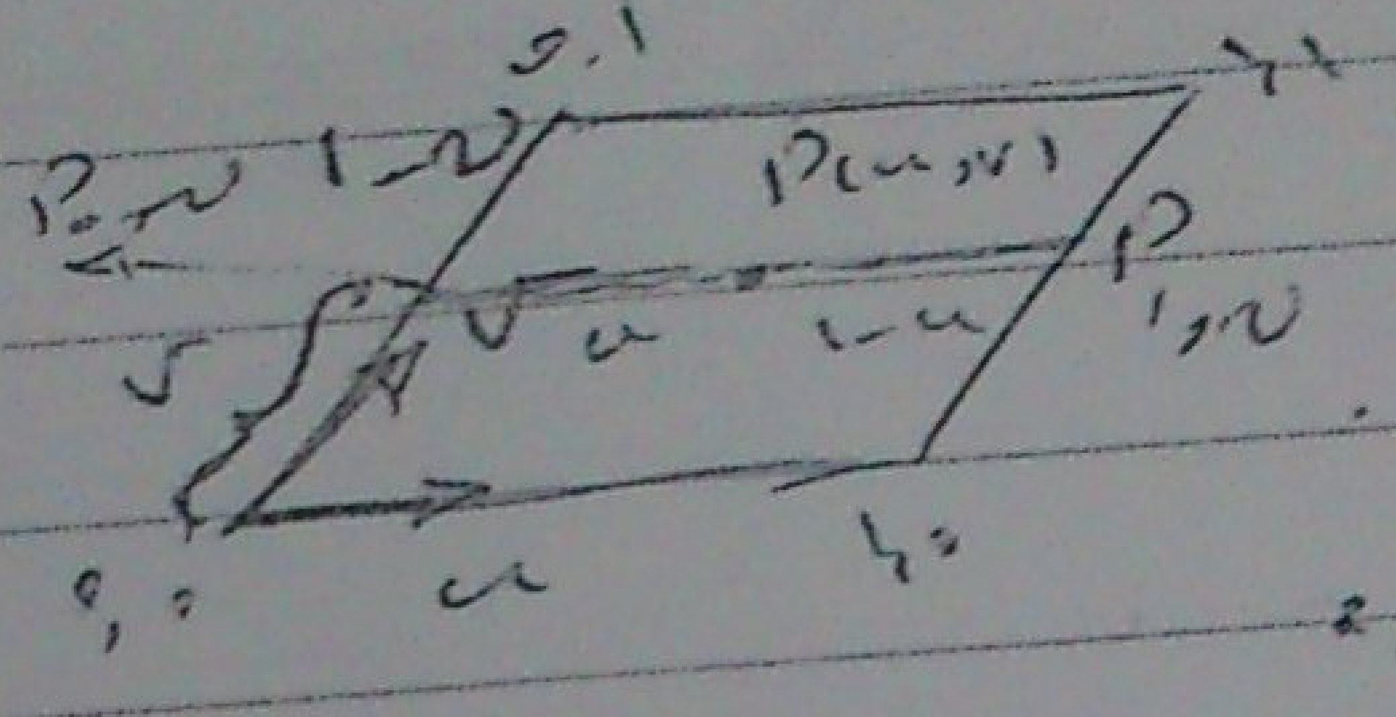
Subject :

Year : Month :

سطوح

~~Bilinear surface~~

سطح تخت Bilinear surface



0,1
1,1
$P_{0,v}$
$P(u,1)$
$P_{1,v}$
v
u
1-u
0,0
1,0

دو دو

دو دو

در حقیقت روی

معادله صفحه؟

ترکیب خطی از دو خط

$$P_{0,v} = (1-v)P_{0,0} + vP_{0,1}$$

$$P_{1,v} = (1-v)P_{1,0} + vP_{1,1}$$

$$P_{u,v} = (1-u)P_{0,v} + uP_{1,v}$$

$$P_{u,v} = (1-u)(1-v)P_{0,0} + v(1-u)P_{0,1} + u(1-v)P_{1,0} + uvP_{1,1}$$

~~$P(1-u)(1-v)$~~

Sina

Subject :
Year : Month :

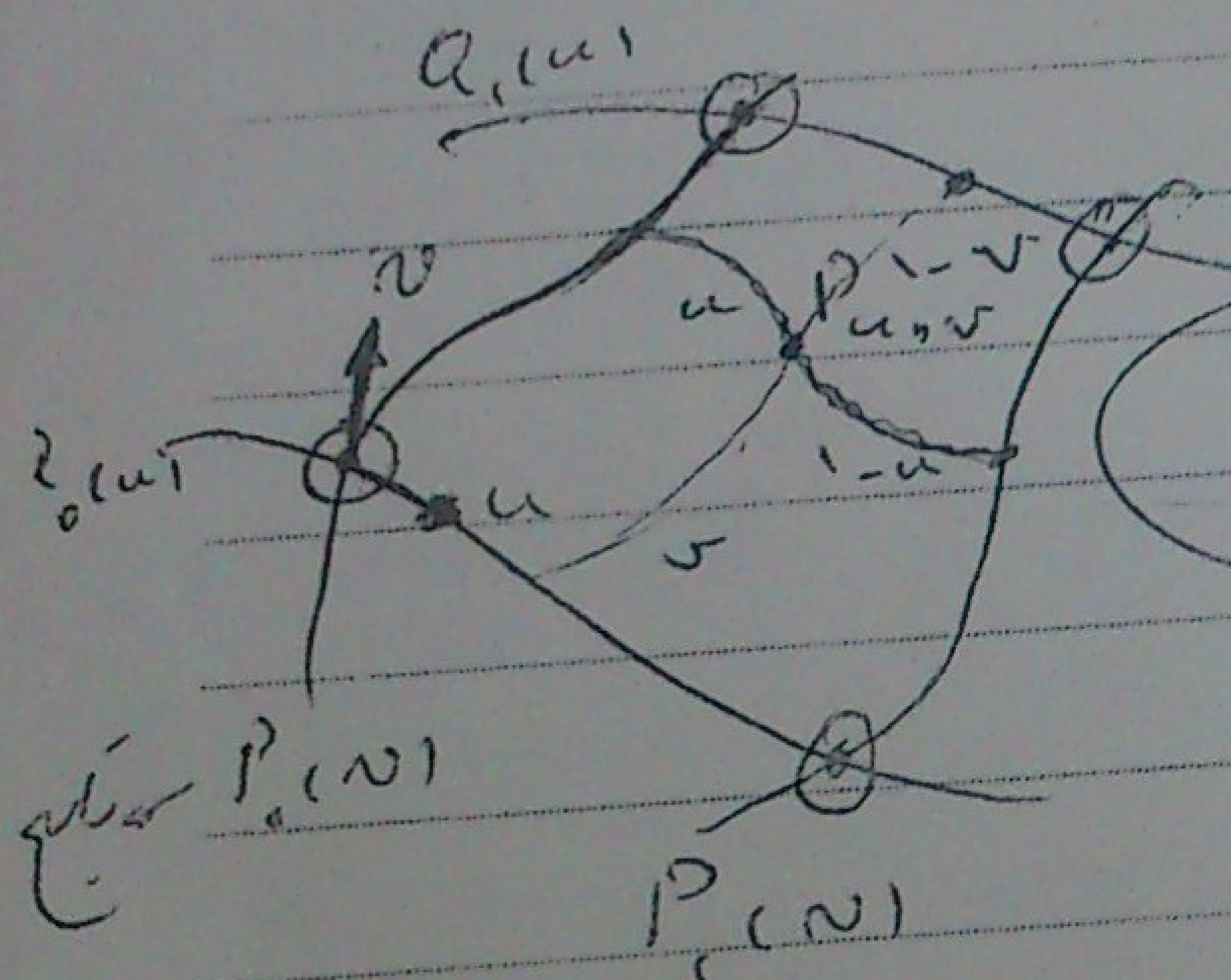
$$P_{u,v} = \begin{bmatrix} (1-u)(1-v) & v(1-u) & u(1-v) & uv \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{0,0} \\ P_{0,1} \\ P_{1,0} \\ P_{1,1} \end{bmatrix}$$

↓

بردار هدایت / مشتق از اینجا [illegible] در هر نقطه یکی باشند

سطح تخت

سطح Coon's



معادله‌ی هر نقطه روی سطح ؟

$$P'_{1\,u,v} = (1-u)P_0(v) + uP_1(v)$$ → ترکیب خطی از منحنی

↓

اما این معادله نقطه را نمی‌دهد چون نقطه دو منحنی شرکت دارد

$$P_{2\,u,v} = (1-v)Q_0(u) + vQ_1(u)$$

$$P_{u,v} = (1-u)P_0(v) + uP_1(v) + (1-v)Q_0(u) + vQ_1(u)$$

هیچ کدام جواب را نمی‌دهد.

خطا را حساب می‌کنیم.

$P^{2}_{۳,۰,۷} = P^{2}_{0}(۰٫۷) = P_0(۰٫۷) + ۰ + (۱-۰٫۷)Q_0(۰) + ۰٫۷ Q_1(۰)$

ه را اضافه ندیدیم.

اضافه است.

با ترکیب خطی از دو منحنی Q_0 و Q_1 اضافی است.

$۷=۸ \longrightarrow P^{2}_{۴,۰} = Q_0(۴) = \boxed{(۱-۴)P_0(۴) + ۴P_1^{2}(۰)} + Q_0(۴) + ۰$

باید این گونه چیزا را اضافی است.

$(u=۱) \to P^{2}_{۱,۷} = P_1(۷) = ۰ + P_1(۷) + (۱-۷)Q_0(۱) + ۷Q_1(۱)$

اضافی

$P^{2}_{۴,۱} \overset{۷=۱}{\uparrow} = Q_{۱,۴} = \{(۱-۴)P_2(۱) + ۴P_1(۱)\} + ۰ + Q_{۱,۴}$

که پس ورش یا ترکیب خطی از گوشه اضافی است.

$$\rightarrow P_{u,1} = \underline{\underline{Q}}_1(u) = \boxed{(1-u)\,P_0(1) + u\,P_1(1)} + 0 + \underline{\underline{Q}}(u)$$

داریم یک ترکیب خطی که دو تا اضافه است ← باید سعی پیدا کنیم که این ترکیب اضافه‌ها را از خود هم بر دارد

برای رفع خطا باید سه صفحه‌ات را از این سه رسم کنیم که دلیلش هست هر نقطه‌ای خطا صفر می‌شود و سطح Coon's تشکیل می‌شود (الان هم نقطه‌ای که می‌شود در کل حساب تقریبی است)

به شکل ماتریس که سه جمله مشتق داشتیم را الگوریتم کنیم

$(1-u)\,(1)$

سطح هرمیت Bicubic surface

$$P(u,v) = \sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3} a_{ij}\,u^i v^j = \begin{bmatrix} 1 & v & v^2 & v^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} & a_{03} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{30} & a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ u \\ u^2 \\ u^3 \end{bmatrix}$$

۱۶ ضریب داریم

چهار نقطه گوشه → $P_{0,0} \quad P_{0,1} \quad P_{1,0} \quad P_{1,1}$

شیب $\quad P_u(u,v) = \dfrac{\partial u(u,v)}{\partial u} \qquad P_{u\,0,0} \quad P_{u\,0,1} \quad P_{u\,1,0} \quad P_{u\,1,1}$

$$P_v(u,v) = \frac{\partial P(u,v)}{\partial v} \qquad P_{v\,0,1} \quad P_{v\,0,1} \quad P_{v\,1,0} \quad P_{v\,1,1}$$

چهار پیچش — $\quad P_{uv\,0,0} \quad P_{uv\,0,1} \quad P_{uv\,1,0} \quad P_{uv\,1,1}$

$$P_{uv} = \frac{\partial^2 P(u,v)}{\partial u\,\partial v}$$

ضرایب را با تکنیک جبر خطی به دست می‌آوریم ←

مثلاً $\quad \boxed{a_{00} = P_{0,0}}$

$(P_{0,0})$ ضریب را بعد تکیه کنیم

نسیم نکالی

موضوع CAD/CAM تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۱۸

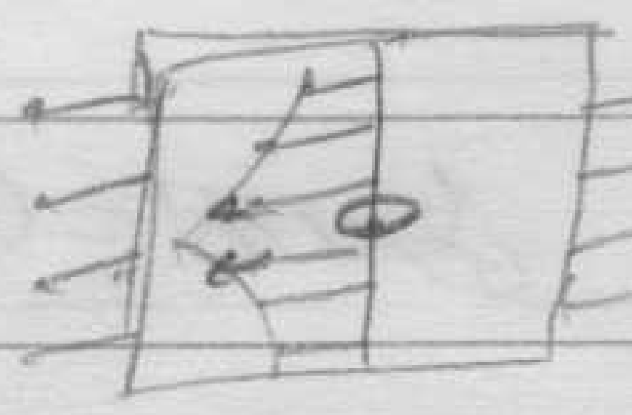
طراحی مهندسی به کمک کامپیوتر CAE

روش اجزای محدود

روش تحلیلی

روش تجربی

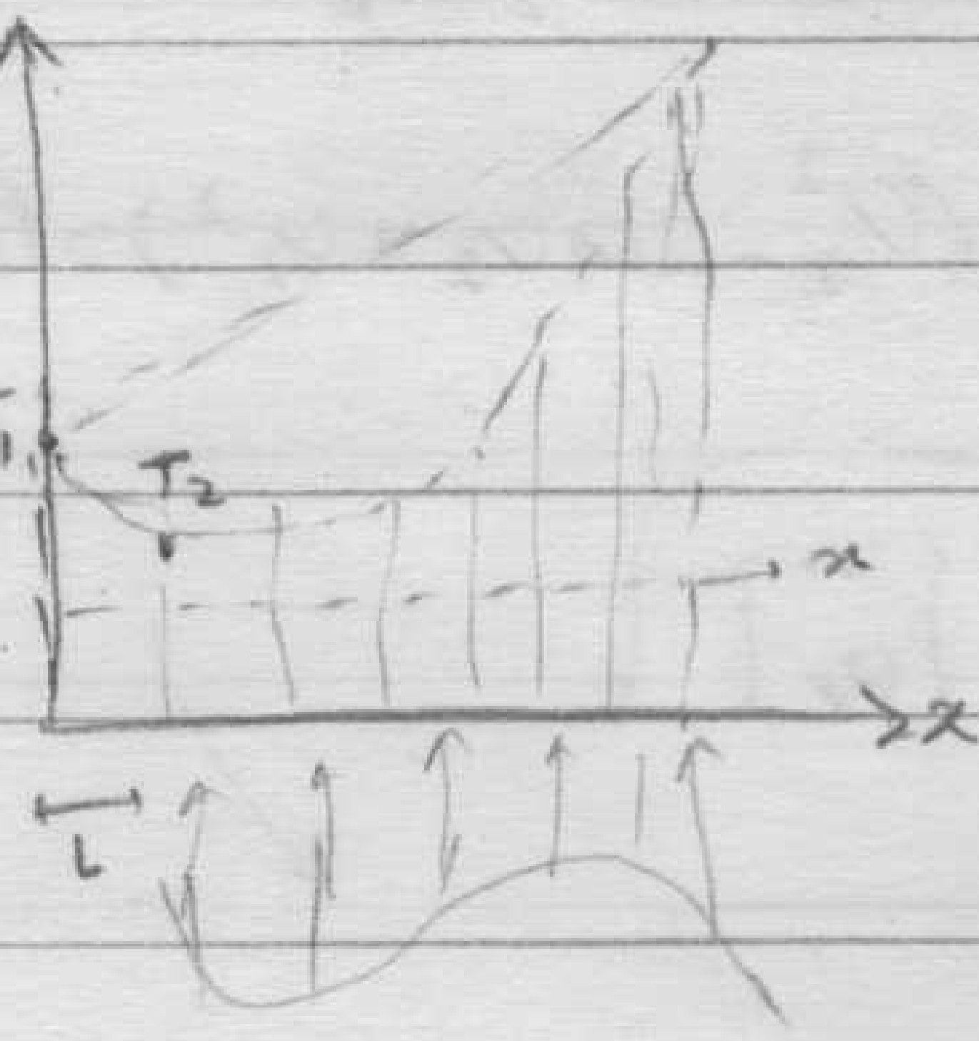
$\sigma_0 = \frac{F}{A_0}$

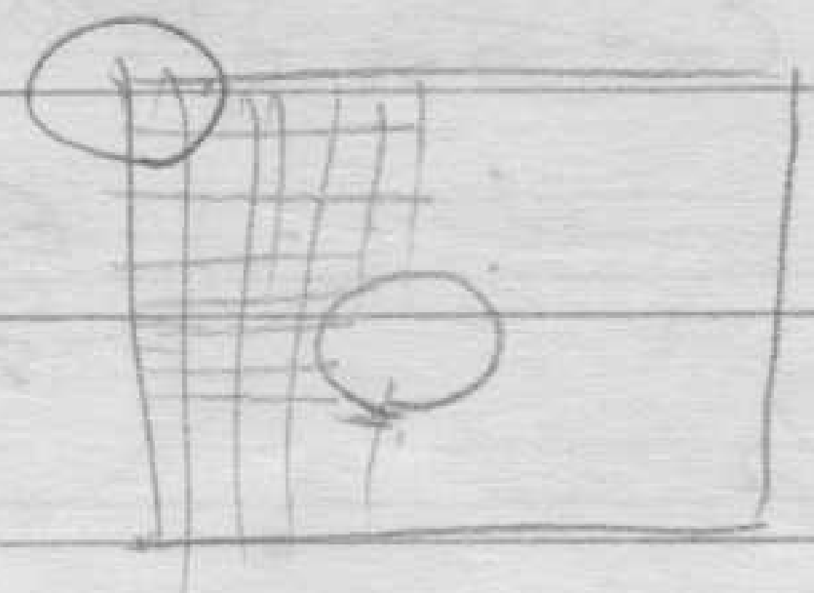


$\sigma_\epsilon = k_\epsilon \sigma_0$

$$\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \phi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \phi}{\partial y^4} = p(x,y)$$

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^4} \quad \phi(x,y) \;/\; \partial y = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^3} \;/\; \tau_{xy} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \cdot \partial y}$$





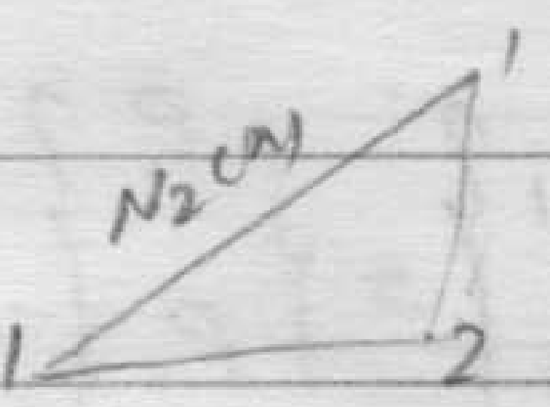
$\phi(x,y)$

دامنه تقسیم‌بندی

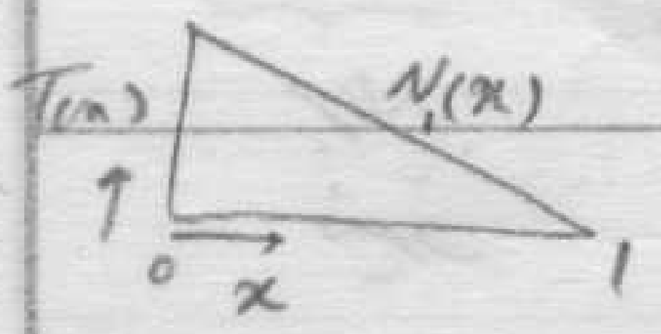
$$T(x) = ax + b$$

$$T(0) = a(0) + b = T_1 \quad \boxed{b = T_1}$$

$$T(l) = al + b = T_2 \quad a = \frac{T_2 - T_1}{l}$$



$$T^{e_1}(x) = \left(\frac{T_2 - T_1}{l}\right)x + T_1$$



$$T(x) = \left(1 - \frac{x}{l}\right)T_1 + \left(\frac{x}{l}\right)T_2$$

$$T(x) = N(x)\,T_1 + N_2(x)\,T_2$$

Shape function

۱- تقسیم‌بندی دامنه مسئله

۲- تابع درون‌یاب فرض کنیم

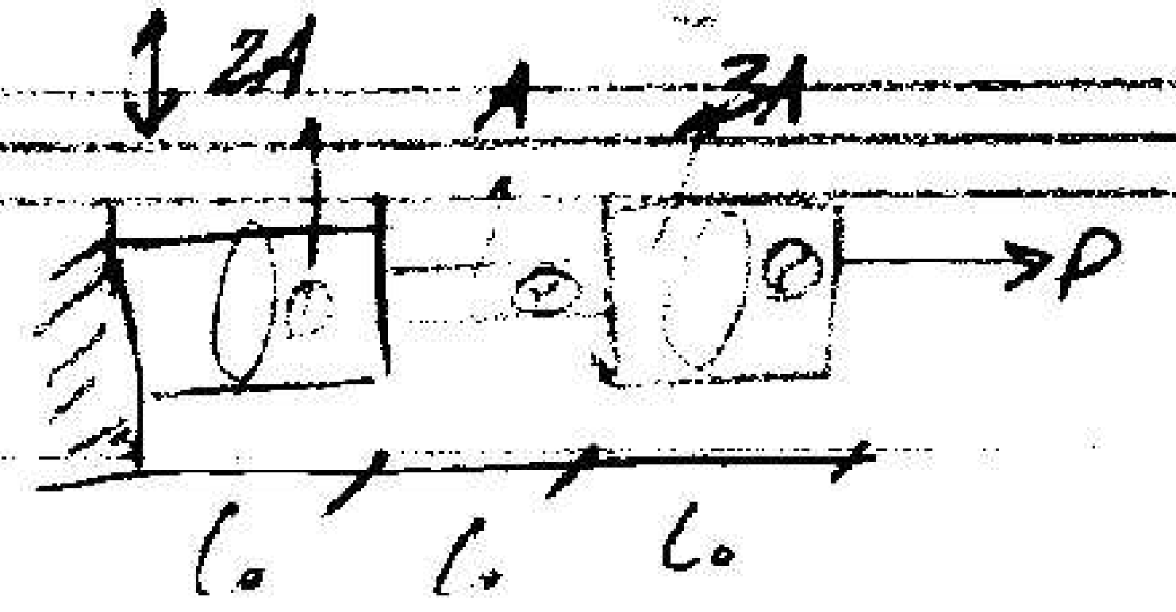
۳- معادلات حاکم بر المان "ماتریس المان"

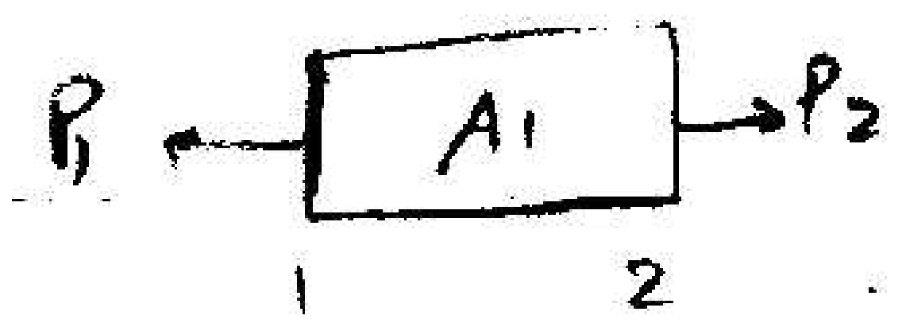
۴- معادلات کلی سیستم: "ترکیب معادلات تک‌تک المان‌ها" ماتریس سختی کل سیستم

۵- حل معادلات سیستم (شرایط مرزی)

۶- تعیین نتایج

مثال:





کار نیروهای خارجی = انرژی کرنشی

$$\text{انرژی کرنشی} = \int \tfrac{1}{2}\sigma\varepsilon\, dV = \int_0^L \tfrac{1}{2}\sigma\varepsilon A_1\, dx = \int_0^L \frac{EA_1}{2}\varepsilon^2 dx$$

$$\text{انرژی کرنشی} = \frac{EA_1}{2}\left(\frac{U_2-U_1}{L}\right)^2 \cdot L$$

$$\text{انرژی کرنشی} = \frac{EA_1}{2L}(U_2-U_1)^2 = \frac{EA_1}{2L}(U_2^2-2U_1U_2+U_1^2)$$

$$\text{کار نیروهای خارجی} = P_1U_1+P_2U_2$$

$$\frac{EA_1}{2L}(U_2^2-2U_1U_2+U_1^2) = P_1U_1+P_2U_2$$

$$U(x) = ax+b$$

$$U(0) = a\cdot 0+b = U_1 \qquad b = U_1$$

$$U(L) = aL+b = U_2 \qquad a = \frac{U_2-U_1}{L}$$

$$U^{(1)}_{(x)} = \left(\frac{U_2-U_1}{L}\right)x + U_1 \qquad \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}$$

$$U^{(1)} = \left(1-\frac{x}{L}\right)U_1 + \left(\frac{x}{L}\right)U_2$$

$$U^{(1)}_{(x)} = N_1(x)U_1 + N_2(x)U_2 = \begin{bmatrix} N_1(x) & N_2(x) \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{Bmatrix}$$

کار نیروهای خارجی - انرژی کرنشی = تابع پتانسیل

$$\frac{EA_1}{2L}(-2U_2+2U_1) = P_1$$

$$\frac{EA_1}{2L}(2U_2-2U_1) = P_2$$

$$\underbrace{\frac{EA_1}{L}\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}}_{\text{ماتریس سختی المان}} \underbrace{\begin{Bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{Bmatrix}}_{\text{بردار تغییر مکان}} = \underbrace{\begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{Bmatrix}}_{\text{بردار نیرو}}$$

$$\rightarrow \quad \frac{EA_1}{L_1}\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{Bmatrix} \qquad \frac{EA_2}{L_2}\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} U_2 \\ U_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_2 \\ P_3 \end{Bmatrix}$$

$\frac{EA_3}{l_3}\begin{bmatrix}1&-1\\-1&1\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}U_3\\U_4\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}P_3\\P_4\end{Bmatrix}$, ~ $\frac{EA_0}{l_0}\begin{bmatrix}3&-3\\-3&3\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}U_3\\U_4\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}P_3\\P_4\end{Bmatrix}$

$\frac{EA_0}{l_0}\begin{bmatrix}2&-2\\-2&2\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}U_1\\U_2\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}P_1\\P_2\end{Bmatrix}$, $\frac{EA_0}{l_0}\begin{bmatrix}1&-1\\-1&1\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}U_2\\U_3\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}P_2\\P_3\end{Bmatrix}$

$$\rightarrow \frac{EA_0}{l_0}\begin{bmatrix}2&-2&0&0\\-2&2+1&-1&0\\0&-1&1+3&-3\\0&0&-3&3\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}U_1\\U_2\\U_3\\U_4\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}P_1\\2P_0\\2P_3\\P_4\end{Bmatrix}\Rightarrow\begin{bmatrix}2&-2&0&0\\-2&3&-1&0\\0&-1&4&-3\\0&0&-3&3\end{bmatrix}\begin{bmatrix}U_1\\U_2\\U_3\\U_4\end{bmatrix}=\begin{Bmatrix}P_1\\P_2\\P_3\\P_4\end{Bmatrix}$$

ماتریس سختی بدست آمده منفرد است - یعنی ناپایدار است چون شرایط مرزی را اعمال نکردیم جواب منحصر به فرد ندارد با اعمال شرایط مرزی داریم

$$\frac{EA_0}{l_0}\begin{bmatrix}2&-2&0&0\\-2&3&-1&0\\0&-1&4&-3\\0&0&-3&3\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\U_2\\U_3\\U_4\end{bmatrix}=\begin{Bmatrix}P_1\\0\\0\\P\end{Bmatrix}\rightarrow\frac{EA_0}{l_0}\begin{bmatrix}3&-1&0\\-1&4&-3\\0&-3&3\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}U_2\\U_3\\U_4\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}0\\0\\P\end{Bmatrix}$$

$\boxed{U_3=3U_2}$

$\Rightarrow \frac{EA_0}{l_0}(3U_2-U_3=0 \longrightarrow U_3=\frac{3Pl_0}{2EA_0}$

$\boxed{U_4=\frac{11}{3}U_2} \leftarrow \frac{EA_0}{l_0}(-U_2+4U_3-3U_4)=0 \qquad U_4=\frac{11Pl_0}{6EA_0}$

$-3U_3+3U_4=\frac{Pl_0}{EA_0}$

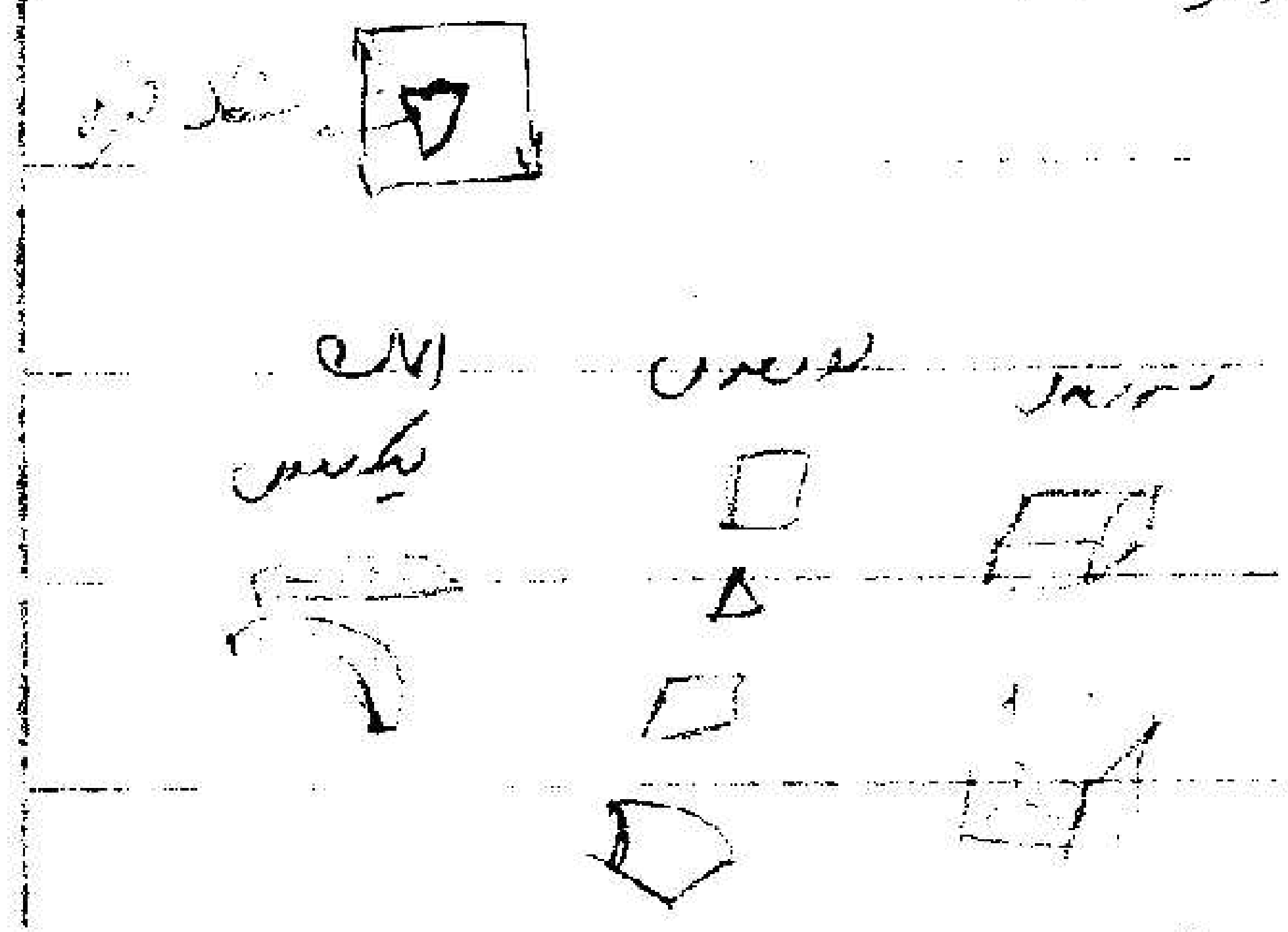
مجهول ها بدست آمدند - معادله ای که حذف شده بود را که از ساده شدن معادله ماتریس به دست می آید ←

$\boxed{U_2=\frac{Pl_0}{2EA_0}} \qquad \frac{EA_0}{l_0}(-2U_2)=P_1$

تحلیل سیستم‌های [illegible]

۱. تقسیم بندی دامنه مسئله به موارد زیر توجه می‌کنیم

- هندسه مسئله
- تعداد گره‌ها در المان تابع فیزیک دیگر تغییرات متغیر فیزیکی می‌باشد
- اندازه المان تابع تغییرات متغیر فیزیکی است

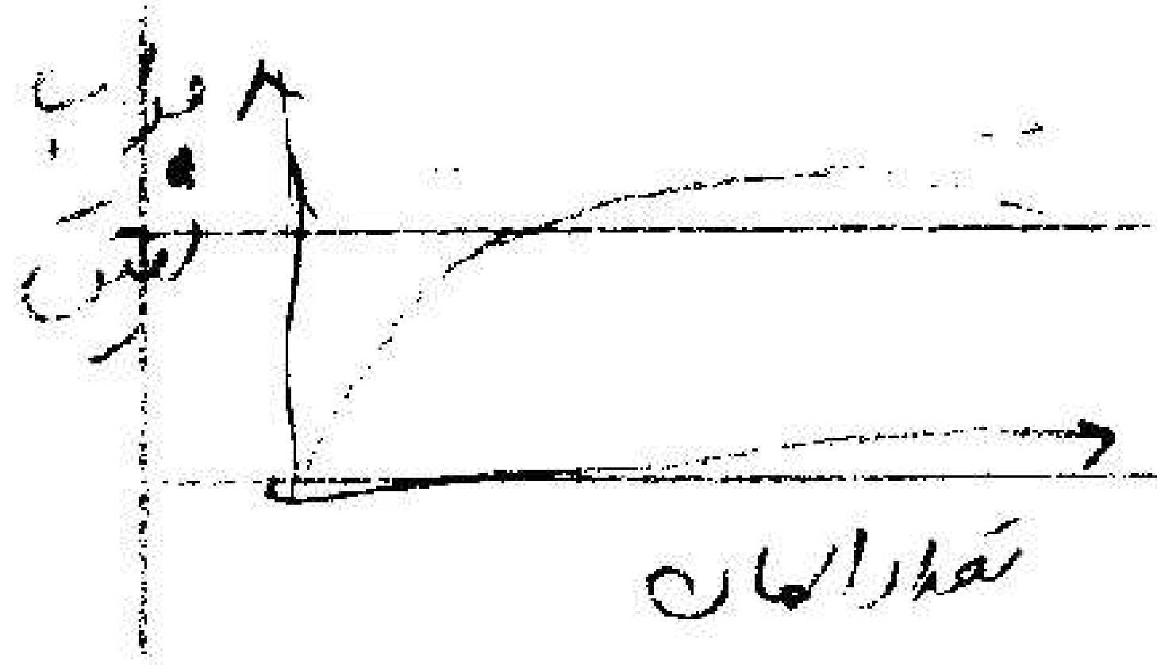


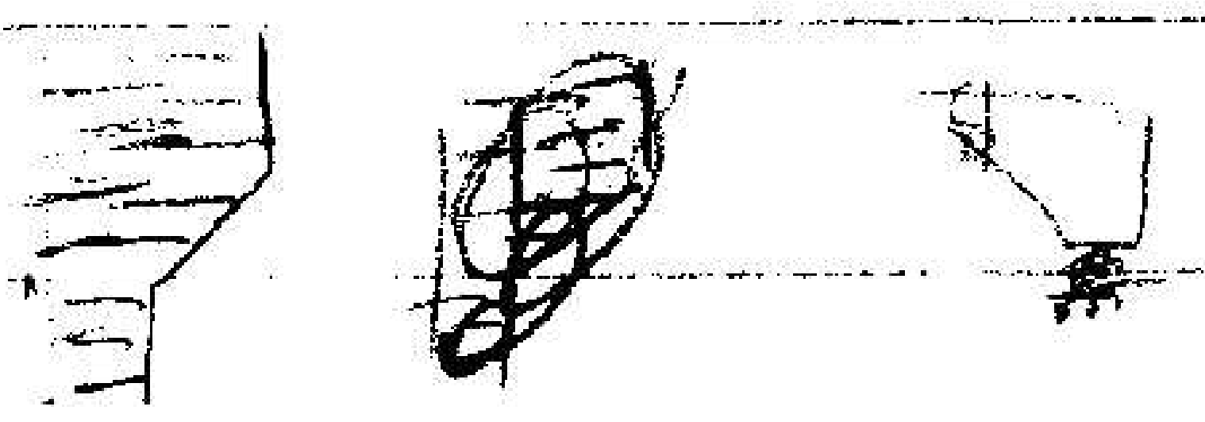
~~[illegible]~~ [illegible] بزرگ [illegible] نتایج [illegible]

تا حد [illegible] دچار Round off error

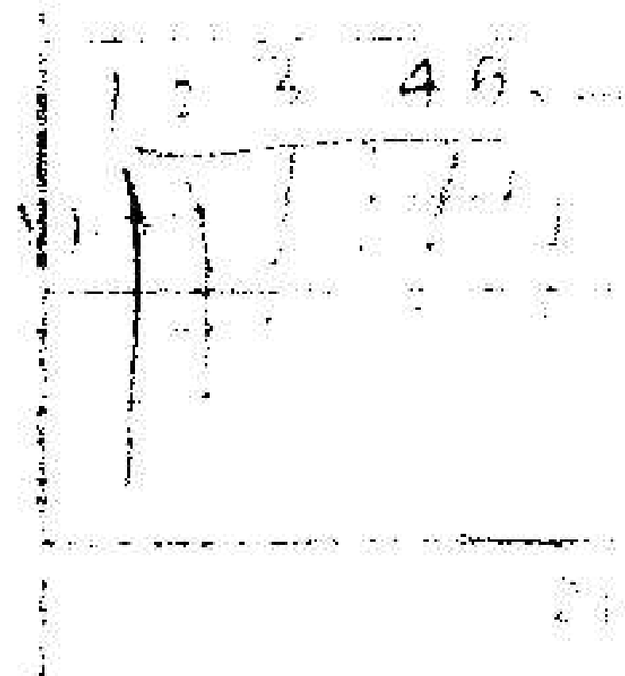
یا خطای گرد کردن می‌شویم چون [illegible] ۱۶ رقم [illegible]

در [illegible] همین اینجا [illegible] ماند





- ساده‌سازی مسئله
- محدود کردن مسائل نامحدود
- شبکه بندی [illegible] شماره‌گذاری گره‌ها



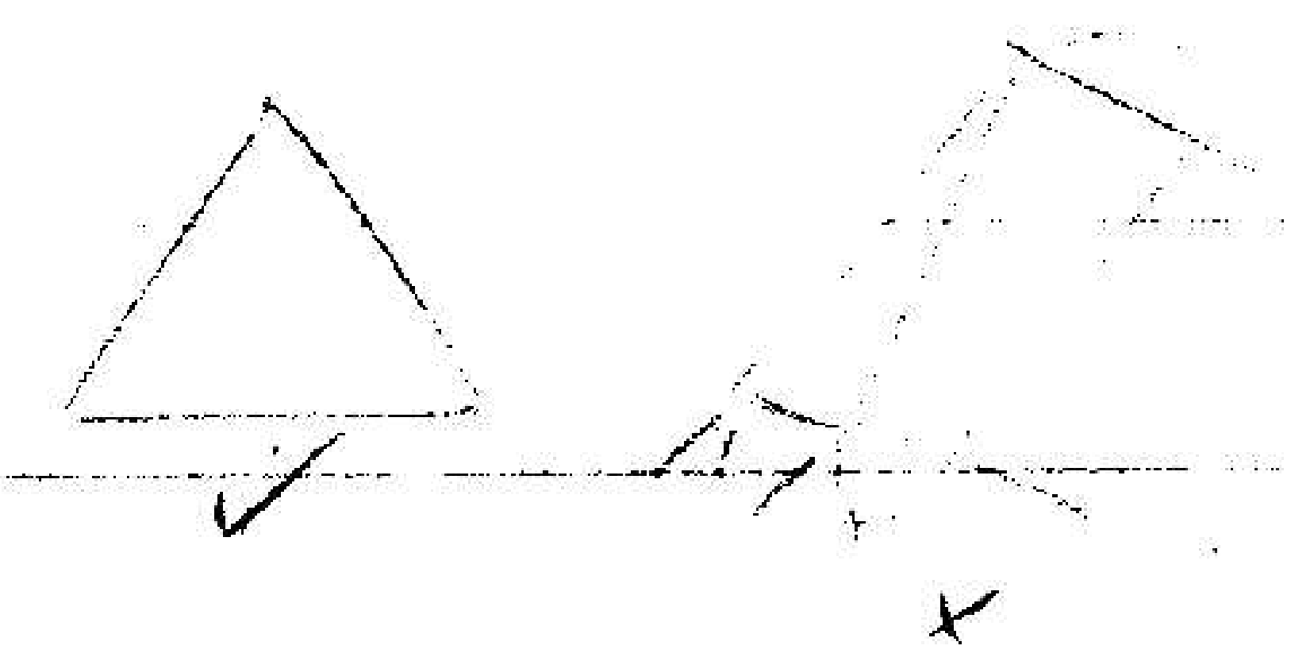
Band width = (D+1) f

عرض باند

[illegible] شبکه [illegible] [illegible]

- نسبت ابعادی

نسبت ابعادی = کوتاه‌ترین ضلع المان / بلندترین ضلع المان

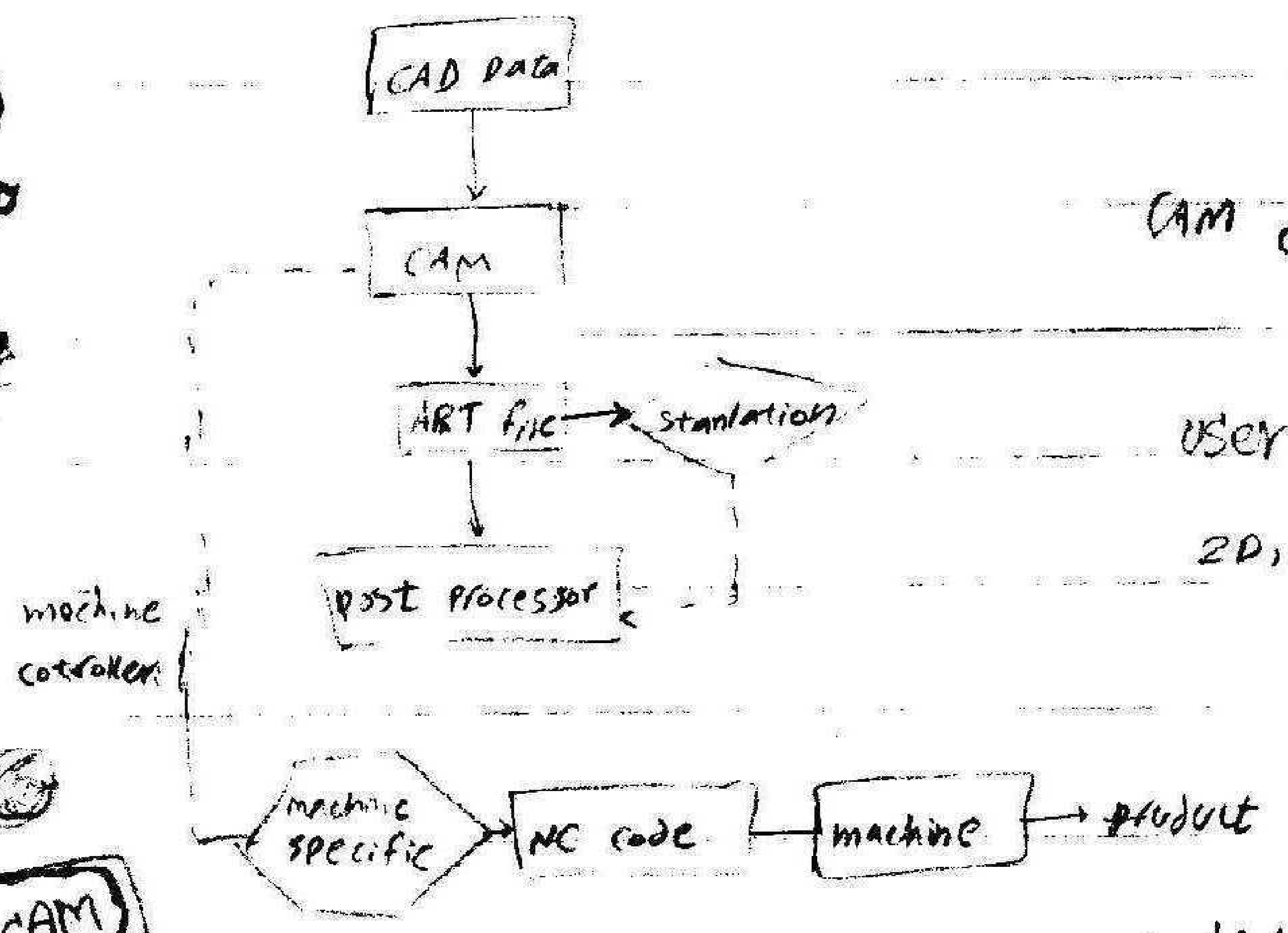


بسمه تعالی

CAd-CAM

این دل تنگم غصه‌ها دارد
غصه‌ها از دست [illegible] دارد

سیستم‌های متداول CAM


CAD Data
CAM
ART file
stanlation
post processor
machine cotroller
machine specific
NC code
machine
prodult

فعالیت‌های متداول در سیستم‌های تجاری CAM

۱- تعریف هندسه قطعه

الف) کاربر متقابل user interactive

ب) اتوماتیک استخراج 2D, 2.5D

CATIA

CAD-CAM

۲) تعریف عملیات و انتخاب ابزار:

center drill, drilling, ~~reamer~~ ... SEM

~~[illegible]~~ می‌کند

تعریف عملیات ماشینکاری است

انتخاب ابزار

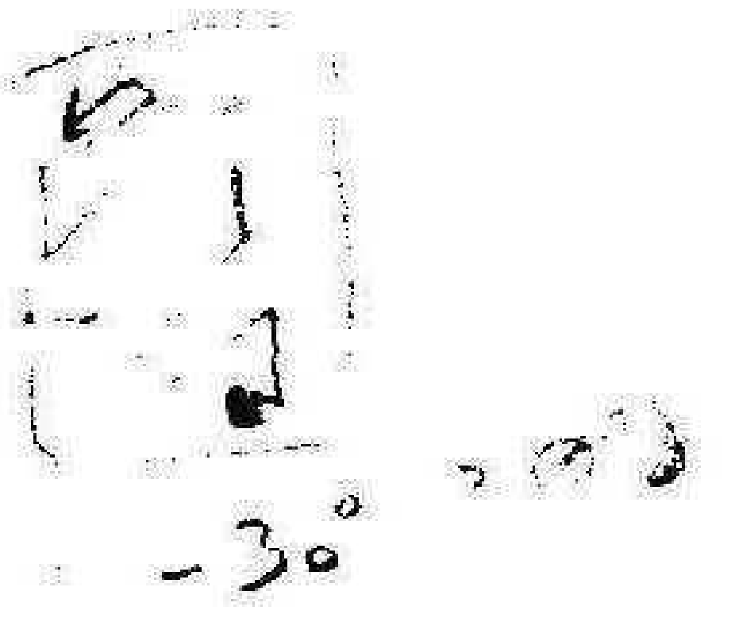
- انتخاب ابزار با هندسه خاص

ترتیب [illegible] [illegible] [illegible] دارند

۳) الگوی ماشین کاری — انتخاب مسیر

- دسترسی ابزار

۴) نقاط ابتدایی و انتهایی — حرکت ابزار با توجه به الگوی انتخابی تعیین می‌کند

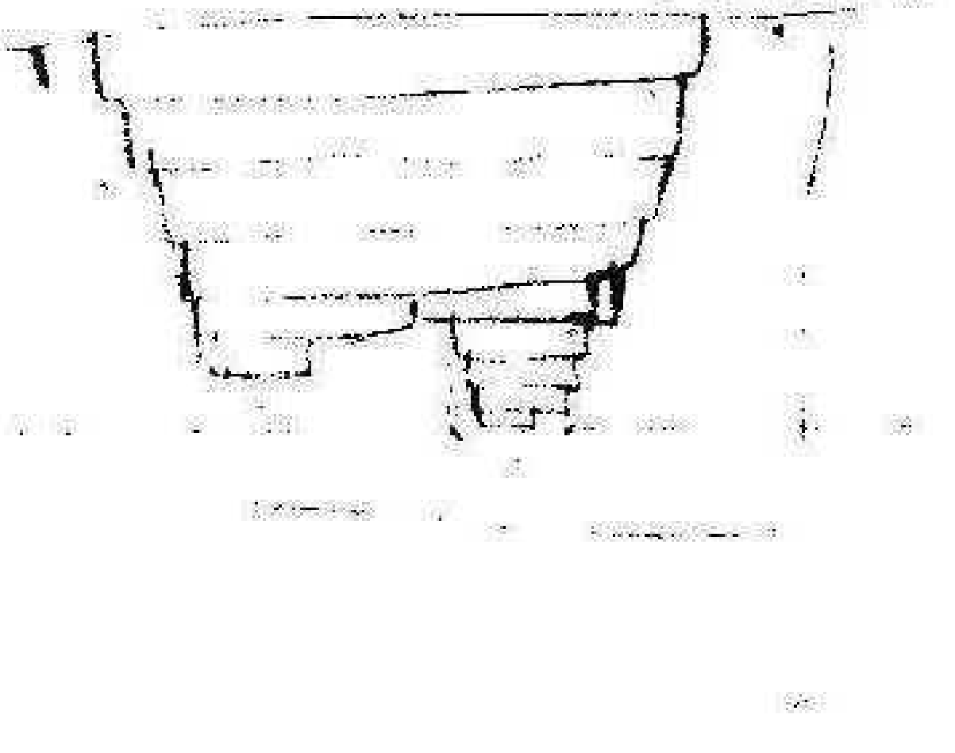


- @ Datum

۵) فایل APT شبیه سازی شده

۶) Ac Code خاص ~~[illegible]~~ ~~ABCode~~ nc Code

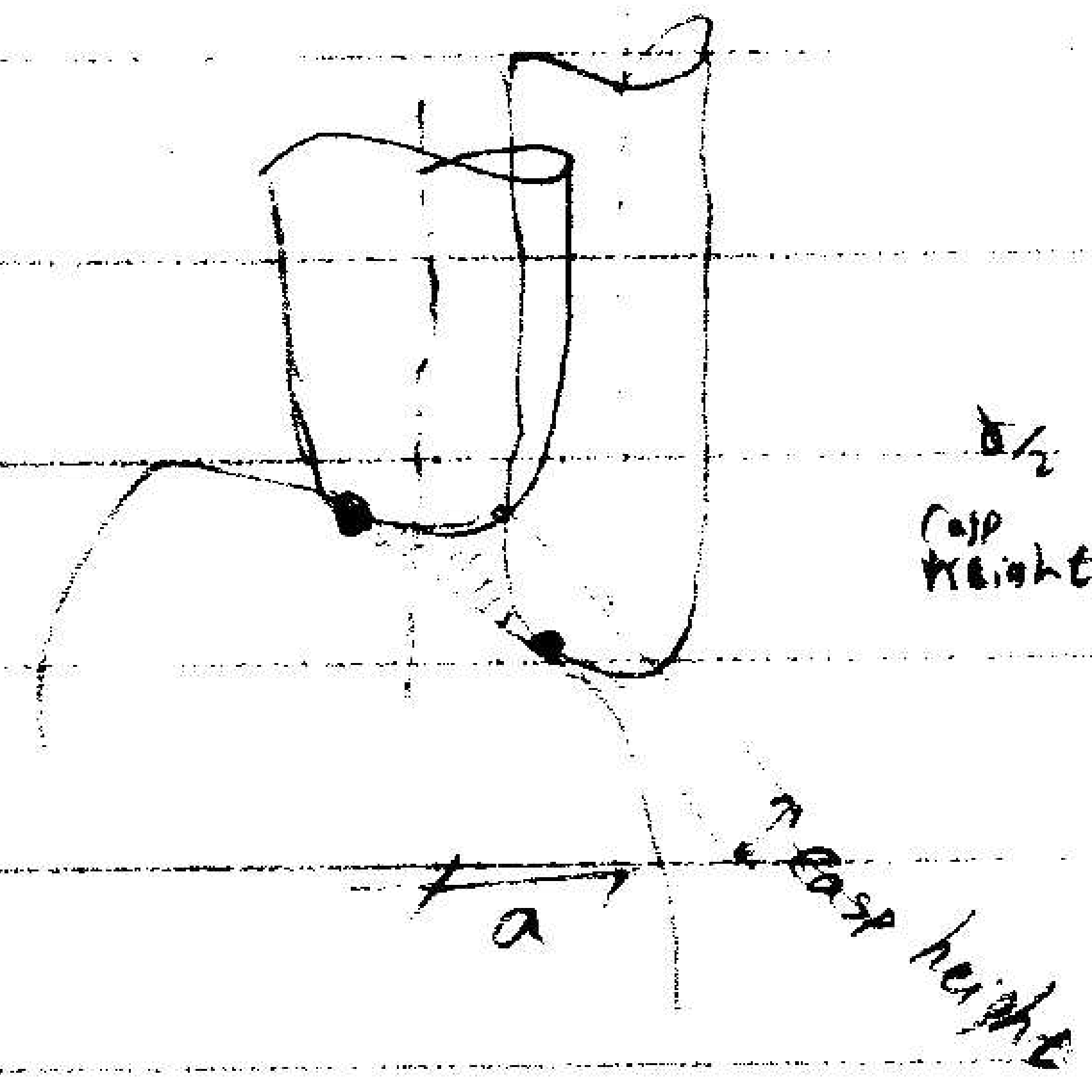
سیستم‌های متداول CAM

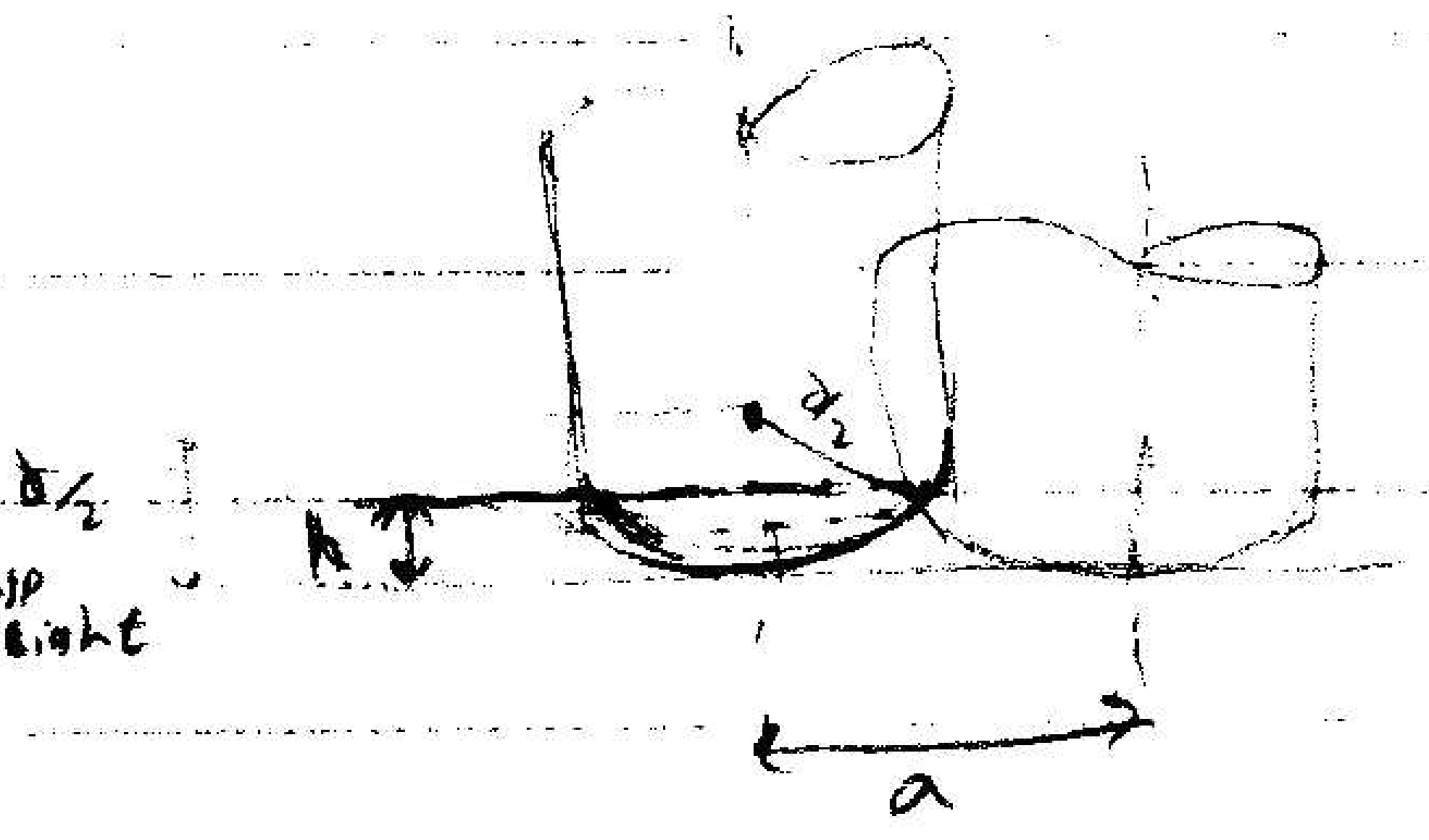


مسیر حرکت ابزار

* خشن کاری یا Roughing

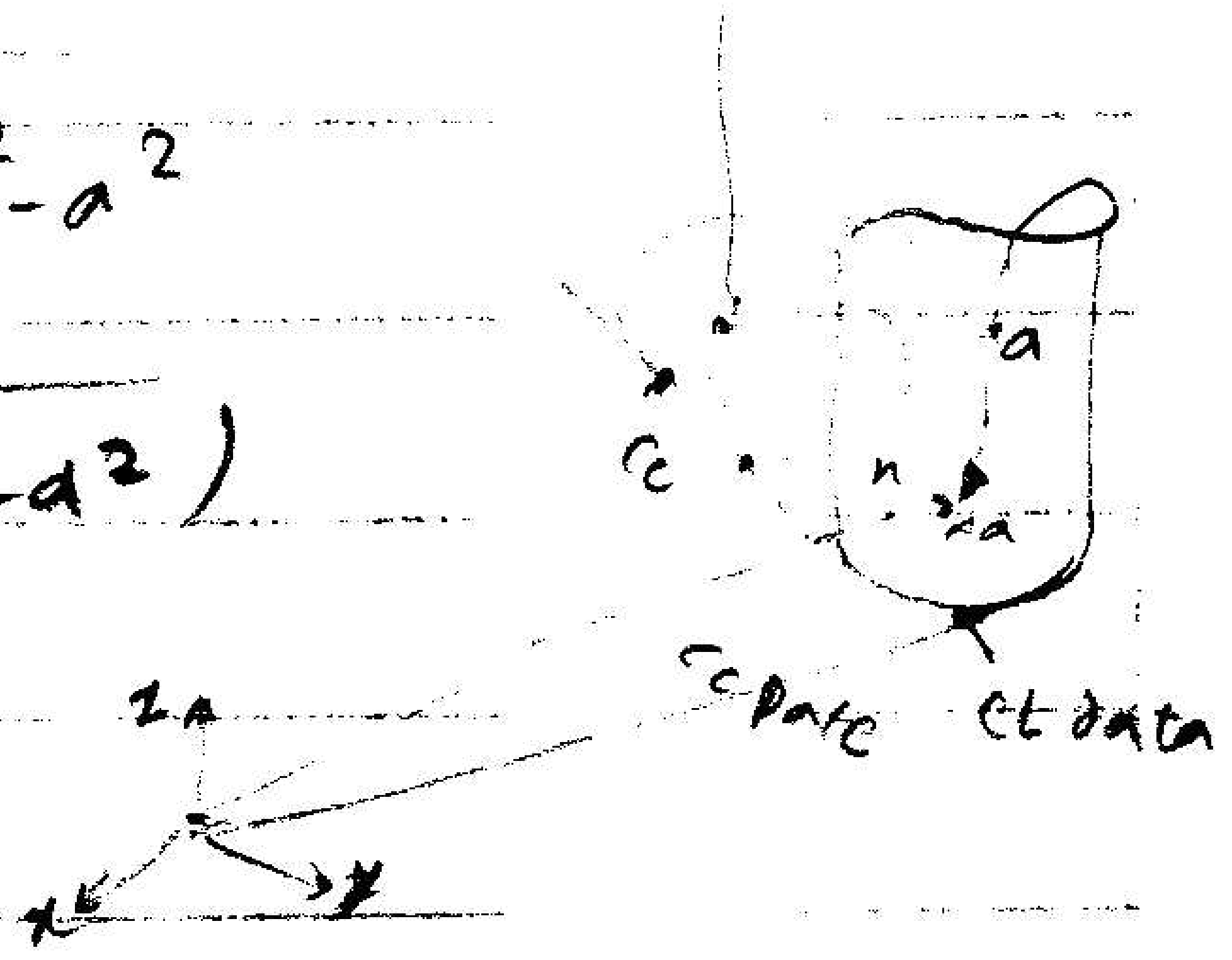
* پرداخت یا finishing


a
cusp height

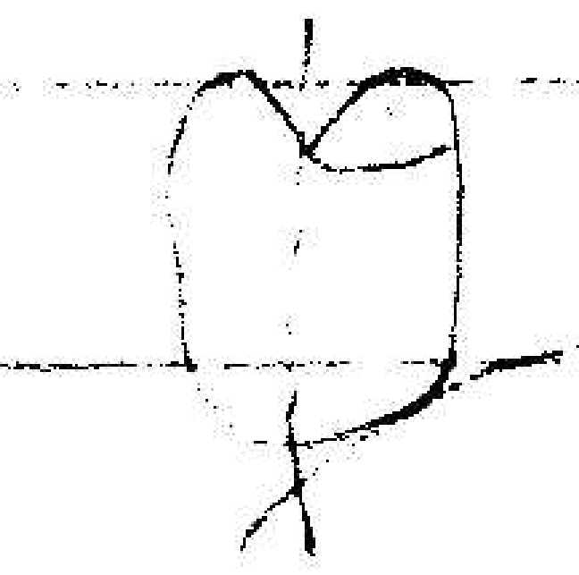

d/2
cusp height
h
d/2
a

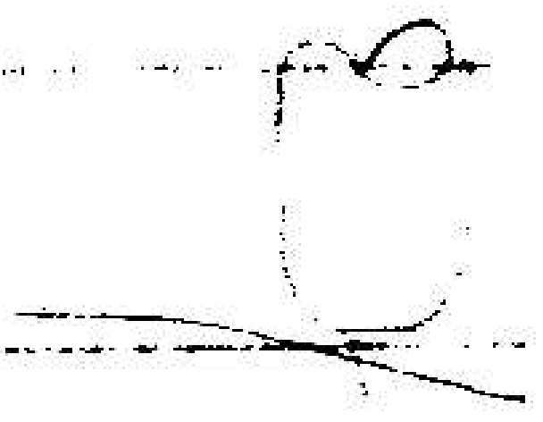
$$h = \frac{d}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{d^2 - a^2}$$

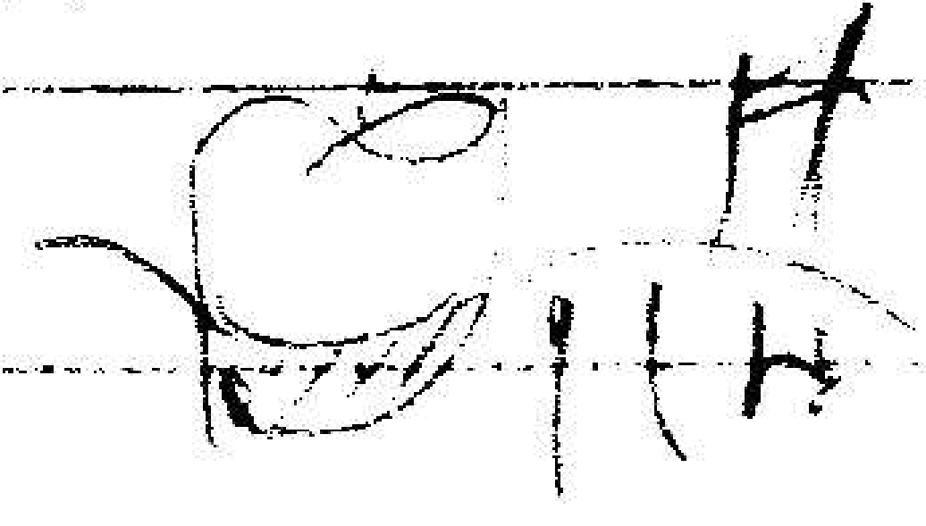
$$h = \frac{1}{2}\left(d - \sqrt{d^2 - a^2}\right)$$


a
cc
n
a
cc pate
ct data
z
x
y

$$R_{cc} = R_{ct} + R(\overrightarrow{n - a})$$







بسمه تعالی

[illegible]

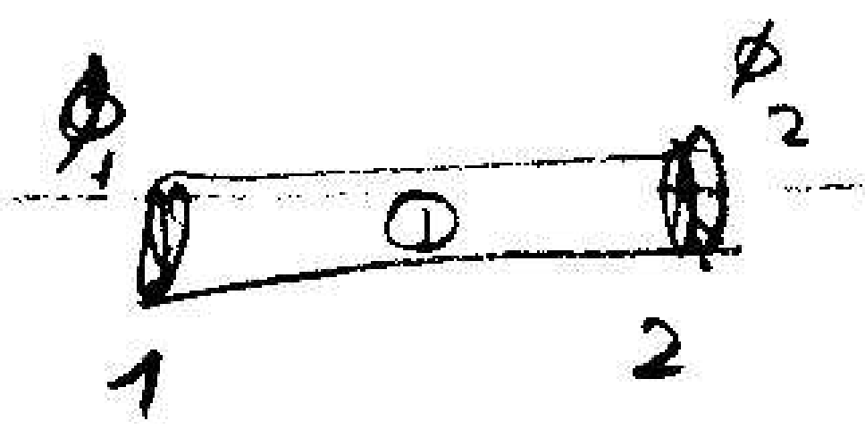
روش اجزاء محدود

مراحلی که در روش اجزاء محدود ... مثلا یک بعدی مدل خطی

الف) تقسیم بندی دامنه مسئله

ب) انتخاب تابع درون یاب ـــ مدل خطی

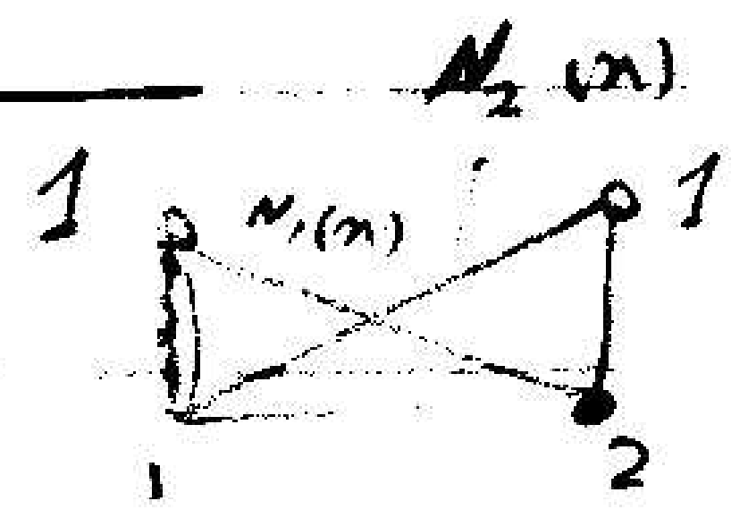
$\phi(x) = ax + b$



$\phi_1(x_1) = ax_1 + b = \phi_1$

$\phi_2(x_2) = ax_2 + b = \phi_2$

$$a = \frac{\phi_2 - \phi_1}{x_2 - x_1} \quad , \quad b = \phi_1 - \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{x_2 - x_1}\right) x_1 = \frac{\phi_1(x_2 - x_1) - \phi_2 x_1 + \phi_1 x_2}{x_2 - x_1}$$



$$\rightarrow b = \frac{\phi_1 x_2 - \phi_1 x_1 - \phi_2 x_1}{x_2 - x_1} = \frac{\phi_1 x_2 - \phi_2 x_1}{x_2 - x_1} \Rightarrow \phi(x) = N_1(x)\,\phi_1 + N_2(x)\,\phi_2$$

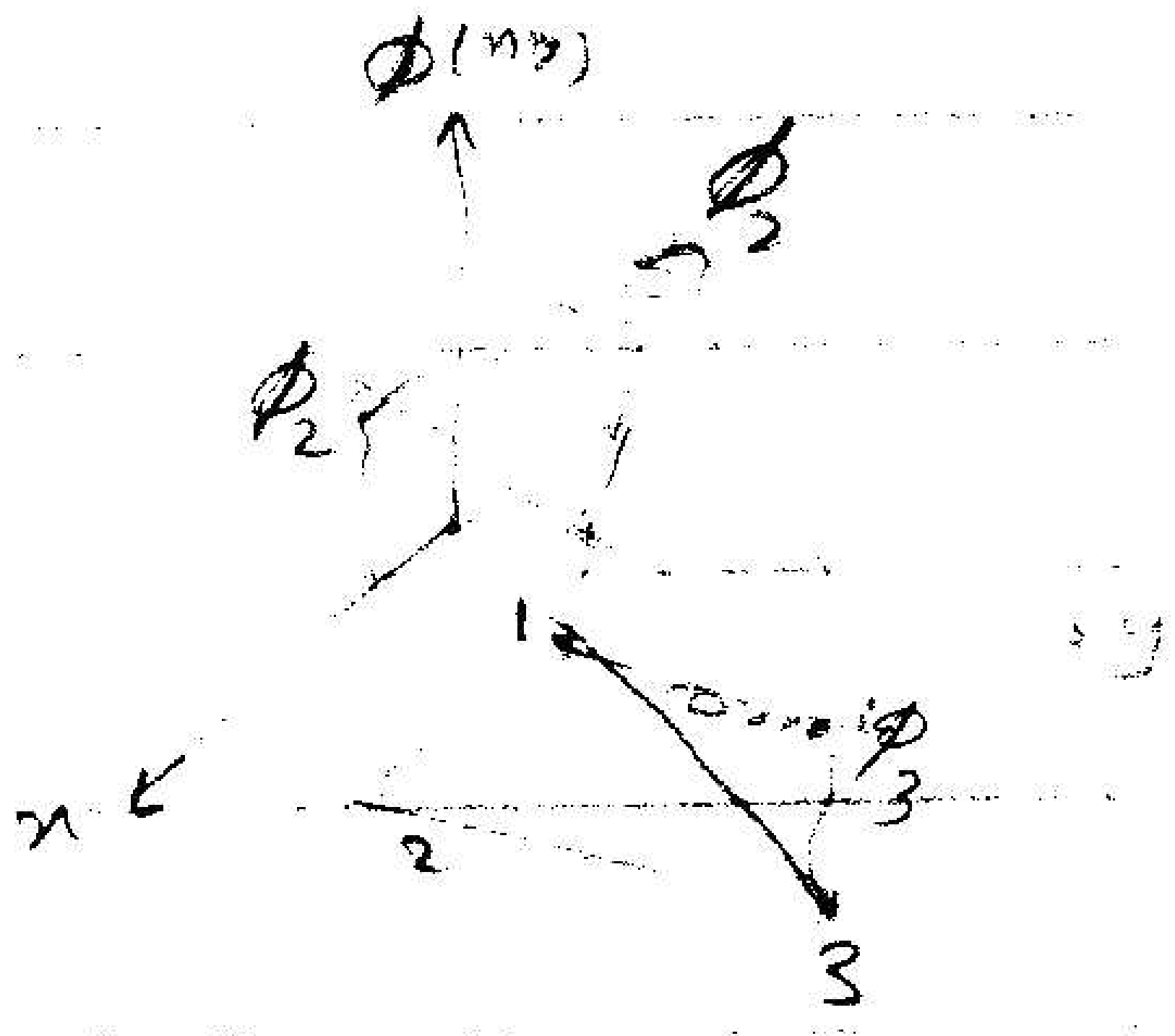
المان دو بعدی (مدل خطی)

$\phi(x, y) = a + bx + cy$

$\phi(x_1, y_1) = a + bx_1 + cy_1 = \phi_1$

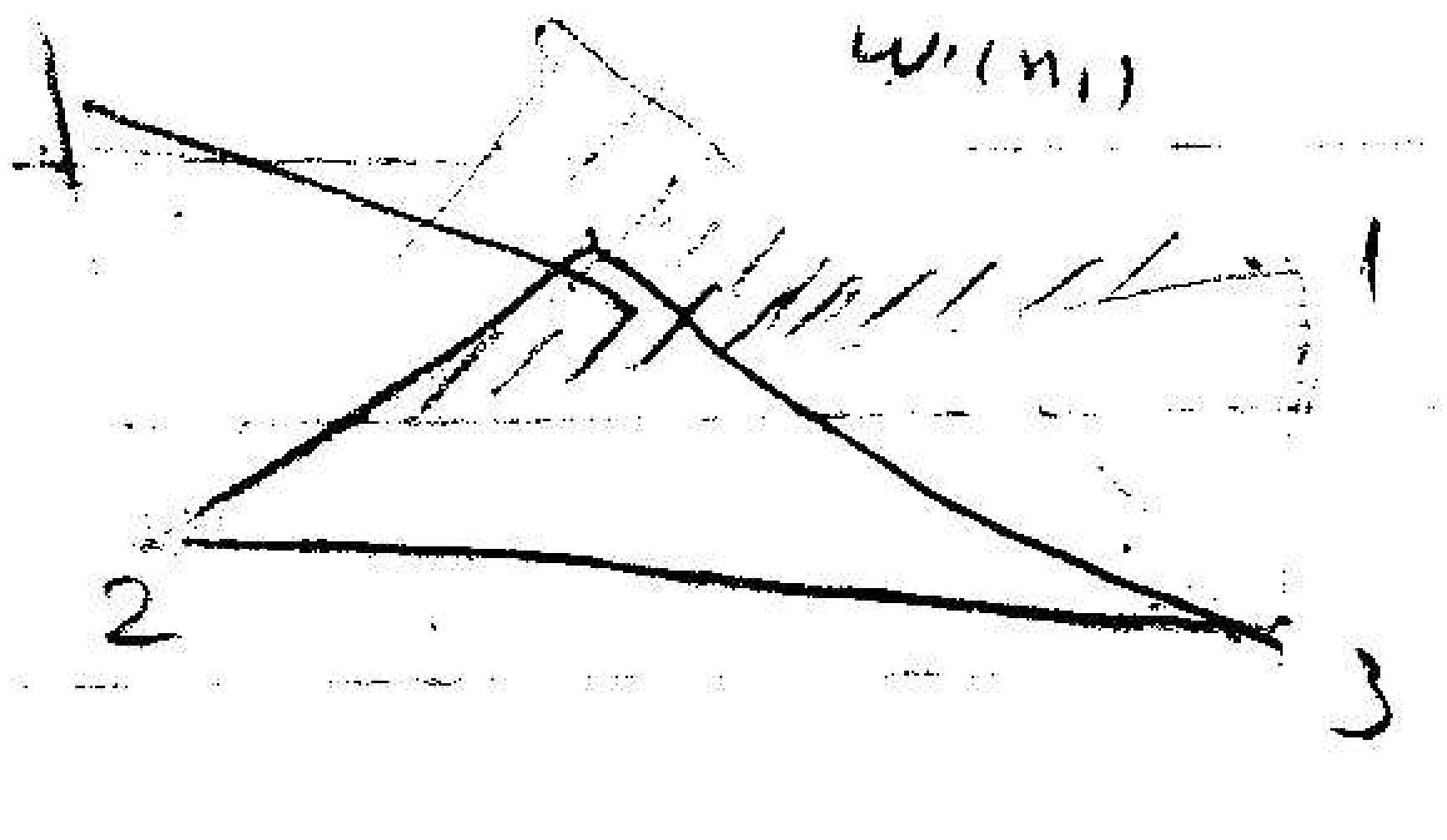
$a + bx_2 + cy_2 = \phi_2$

$a + bx_3 + cy_3 = \phi_3$



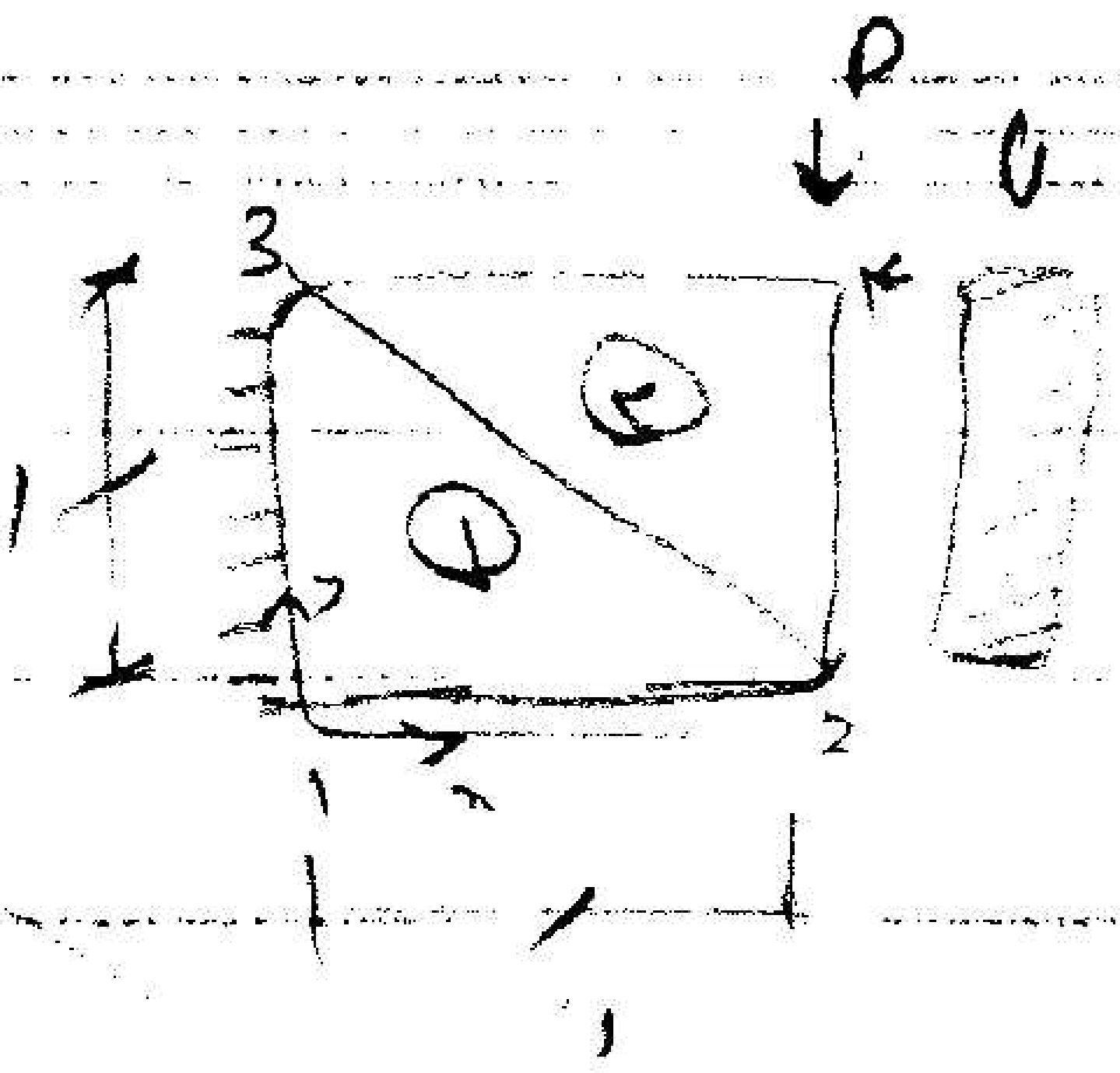
$\phi(x,y) = N_1(x,y)\,\phi_1 + N_2(x,y)\,\phi_2 + N_3(x,y)\,\phi_3$

$N_i(x,y) = \frac{1}{2\Delta}(\alpha_i + \beta_i x + \gamma_i y) \quad i = 1,2,3$



$$\Delta = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & x_1 & \gamma_1 \\ 1 & x_c & \gamma_c \\ 1 & x_c & \gamma_c \end{vmatrix} \qquad \begin{vmatrix} \cancel{1} & \cancel{\beta_1} & \cancel{y_1} \\ 1 & \beta_c & y_Y \\ 1 & \beta_c & y_c \end{vmatrix} \qquad \begin{vmatrix} \cancel{\alpha_1} & \cancel{x_1} & \cancel{y_1} \\ \alpha_c & x_c & y_c \\ \alpha_c & x_c & y_c \end{vmatrix}$$

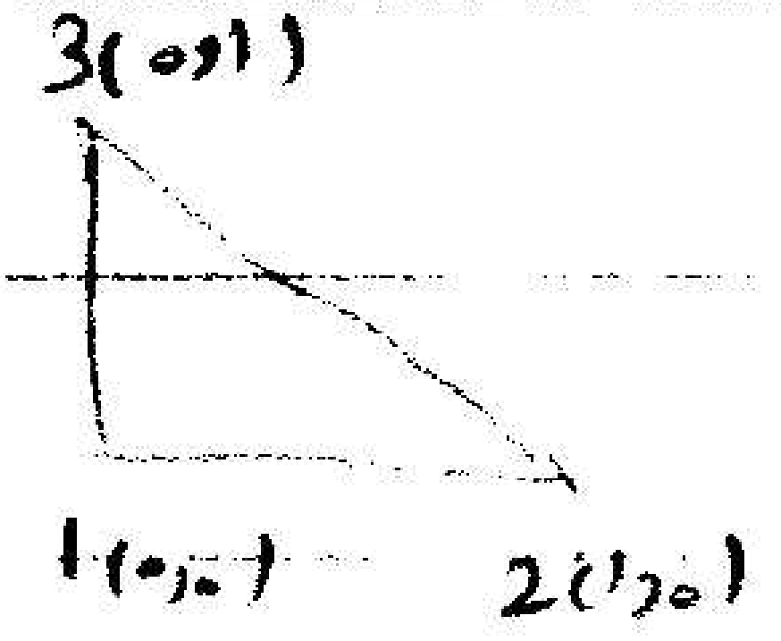


$\gamma_1 = (-1)^{1+c}(x_3 - x_2)$ $\qquad$ $\beta_1 = (-1)^{1+2}(y_3 - y_2)$ $\qquad$ $\alpha_1 = (-1)^{1+1}[x_2 y_3 - y_2 x_3]$

$\gamma_2 = (-1)^{2+3}(x_3 - x_1)$ $\qquad$ $\beta_2 = (-1)^{2+2}(y_3 - y_1)$ $\qquad$ $\alpha_2 = (-1)^{1+2}[x_1 y_c - x_3 y_1]$

$\gamma_c \cdot (-1)^{3+3}(x_2 - x_1)$ $\qquad$ $\beta_3 = (-1)^{2+3}(y_2 - y_1)$ $\qquad$ $\alpha_3 = (-1)^{1+3}[x_1 y_2 - x_2 y_1]$

$U(x,y) = a_1 x + b_1 y + c_1$



$V(x,y) = a_2 x + b_2 y + c_2$

$u(0,0) = a_1(0) + b_1(0) + c_1 = u_1$

$u(1,0) = a_1 + 0 + c_1 = u_2 \qquad a_1 = u_2 - u_1$

$u(0,1) = 0 + b_1 + c_1 = u_3 \qquad b_1 = u_3 - u_1$

$u(x,y) = (u_2 - u_1)x + (u_3 - u_1)y + u_1$

$u(x,y) = \underbrace{(1-x-y)}_{N_1(x,y)} u_1 + \underbrace{(x)}_{N_2(x,y)} u_2 + \underbrace{(y)}_{N_3(x,y)} u_3$

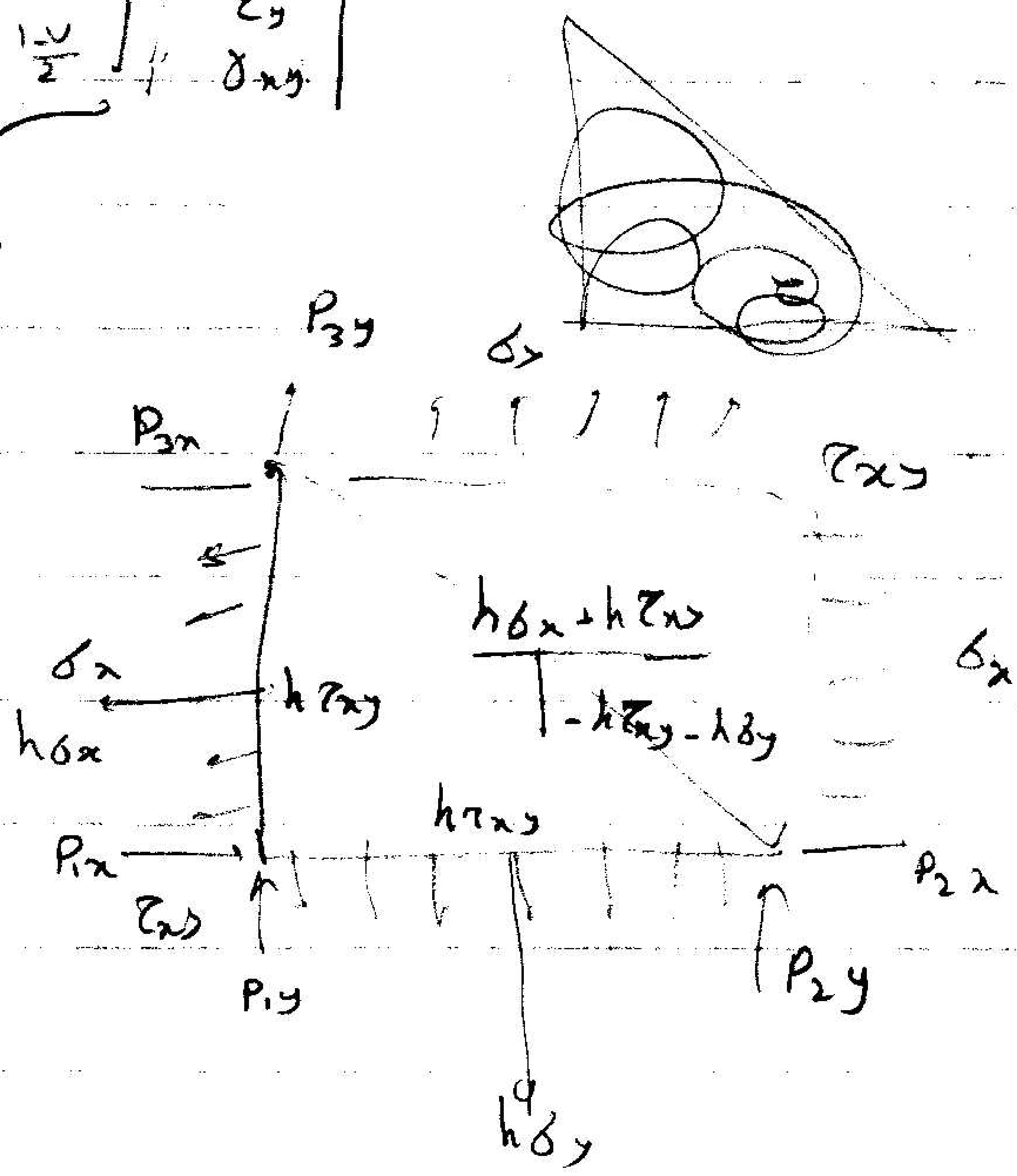
$V(x,y) = (1-x-y)V_1 + xV_2 + yV_3$

$$\begin{Bmatrix} u(x,y) \\ v(x,y) \end{Bmatrix}^{(1)} = \begin{bmatrix} 1-x-y & 0 & x & 0 & y & 0 \\ 0 & 1-x-y & 0 & x & 0 & y \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{Bmatrix}$$

$$\varepsilon = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \vec{u}^{(1)} = \underset{3\times 6}{[B]}^{G} \underset{6\times 1}{\vec{u}^{G}}$$

$$\vec{\sigma} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = [D]\vec{\varepsilon} = [D]\vec{\varepsilon} = \underset{3\times3}{[D]}\underset{3\times6}{[B]^{e}}\underset{6\times1}{u^{e_1}}$$

$$= \underbrace{\frac{E}{1-\nu^2}\begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix}}_{[D]_{3\times3}} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}$$


P_{3y}
σ_y
P_{3x}
τ_{xy}
$h\sigma_x + h\tau_{xy}$
$-h\tau_{xy} - h\sigma_y$
σ_x
σ_x
$h\tau_{xy}$
$h\sigma_x$
$h\tau_{xy}$
P_{1x}
τ_{xy}
P_{2x}
P_{1y}
P_{2y}
$h\sigma_y$

$$P_{1x} = \frac{h}{2}(\tau_{xy} + \sigma_x)$$

$$P_{1y} = \frac{h}{2}(\sigma_y + \tau_{xy})$$

$$P_{2x} = \frac{h}{2}(\tau_{xy} - \sigma_x - \tau_{xy})$$

$$P_{2y} = \frac{h}{2}(\sigma_3 - \tau_{xy} - \sigma_y)$$

$$P_{3x} = \frac{h}{2}(\sigma_x - \sigma_x - \tau_{xy})$$

$$P_{3y} = \frac{h}{2}(\tau_{xy} - \tau_{xy} - \sigma_2)$$

$$\vec{P}_{\pm} \begin{vmatrix} P_1x \\ P_1y \\ P_2x \\ P_2y \\ P_3x \\ P_3y \end{vmatrix} = \frac{h}{2}\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}$$

$$\vec{P}^{e_1} = \underset{6\times6}{[K]}\vec{u}^{e_1}$$

$$\underset{6\times1}{\vec{P}^{G}} = \underset{6\times3}{[E]}\vec{\sigma}^{e_1} = \overbrace{\underset{6\times3}{[E]}\underset{3\times3}{[D]}\underset{3\times6}{[B]}}\vec{u}$$

$$\begin{Bmatrix} P_{1x} \\ P_{1y} \\ P_{2x} \\ P_{2y} \\ P_{3x} \\ P_{3y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & \cdots & K_{16} \\ K_{21} & K_{22} & \cdots & K_{26} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ K_{61} & K_{62} & \cdots & K_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ D_1 \\ u_2 \\ D_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} P_{2x} \\ P_{2y} \\ P_{3x} \\ P_{3y} \\ P_{4x} \\ P_{4y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K'_{11} & K'_{12} & \cdots & K'_{16} \\ K'_{21} & K'_{22} & \cdots & K'_{26} \\ & & & \\ K'_{61} & K'_{62} & \cdots & K'_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \end{Bmatrix}$$

حال که ۸

برای جمع کردن دو ماتریس

باید هر دو را ۸ تایی کنیم ←

$$\begin{Bmatrix} P_{1x} \\ P_{1y} \\ P_{2x} \\ P_{2y} \\ P_{3x} \\ P_{3y} \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & \cdots & K_{16} & 0 & 0 \\ K_{21} & K_{22} & \cdots & K_{26} & 0 & 0 \\ & & & & & \\ K_{61} & K_{62} & \cdots & K_{66} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \end{Bmatrix}$$

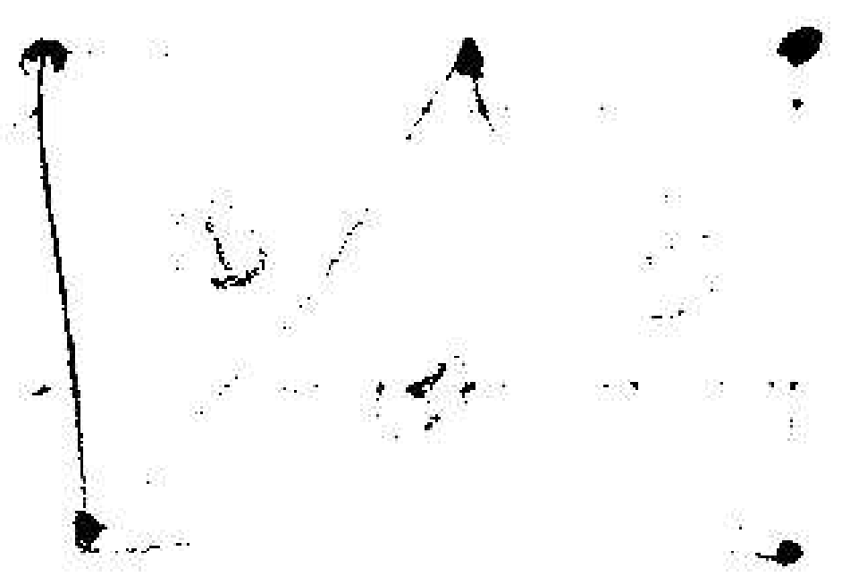
$$\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ P_{2x} \\ P_{2y} \\ P_{3x} \\ P_{3y} \\ P_{4x} \\ P_{4y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & & & 0 \\ 0 & 0 & K'_{11} & K'_{12} & \cdots & K'_{16} \\ 0 & 0 & K'_{21} & K'_{22} & & K'_{26} \\ & & & & & \\ 0 & 0 & K'_{61} & K'_{62} & & K'_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} P_{1x} \\ P_{1y} \\ P_{2x} \\ P_{2y} \\ 2P_{3x} \\ 2P_{3y} \\ P_{4x} \\ P_{4y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} & K_{14} & K_{15} & K_{16} & 0 & 0 \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} & K_{24} & & K_{26} & & \\ K_{31} & K_{32} & K_{33}+K'_{11} & K_{34}+K'_{12} & & K'_{15} & K'_{16} & \\ K_{41} & K_{42} & K_{43}+K'_{21} & & & K'_{23} & K'_{26} & \\ K_{51} & K_{52} & & & & & & \\ K_{61} & K_{62} & & & & & & \\ 0 & 0 & K'_{51} & & & K'_{33} & K'_{36} & \\ 0 & 0 & K'_{61} & & & K'_{13} & K'_{31} & \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \end{Bmatrix}$$

$$\underset{8\times1}{\vec{P}} = \underset{8\times8}{[R]}\ \underset{8\times1}{\vec{U}}$$

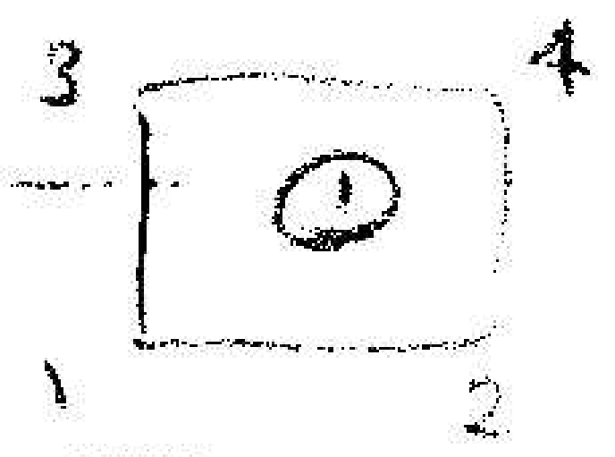
$$\begin{Bmatrix} P_{1x} \\ P_{1y} \\ 2P_{3x} \\ 2P_{3y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{13} & R_{14} & R_{17} & R_{18} \\ R_{23} & R_{24} & R_{27} & R_{28} \\ R_{53} & R_{54} & R_{57} & R_{58} \\ R_{63} & R_{64} & R_{67} & R_{68} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ u_4 \\ v_4 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{33} & R_{34} & R_{37} & R_{38} \\ R_{43} & R_{44} & R_{47} & R_{48} \\ R_{73} & R_{74} & R_{77} & R_{78} \\ R_{83} & R_{84} & R_{87} & R_{88} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{bmatrix}$$



به ازای هر گره تعداد سطر و ستون ماتریس را باید مشخص کنیم

الرباعي (مستطيل) :



$u(x,y) = ax + by + cxy + d$

$u_1 = ax_1 + by_1 + cx_1 + d$

$u_2 = ax_2 + by_2 + cx_2y_2 + d$

$u_3 = ax_3 + by_3 + cx_3y_3 + d$

$u_4 = ax_4 + by_4 + cx_4y_4 + d$

$$\rightarrow \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & x_1y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & x_2y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 & x_3y_3 \\ 1 & x_4 & y_4 & x_4y_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d \\ a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

$u(x,y) = N_1(x,y)\,u_1 + N_2(x,y)\,u_2 + N_3 u_3 + N_4 u_4$

$$= \begin{bmatrix} N_1 & 0 & N_2 & 0 & N_3 & 0 & N_4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_4 \end{bmatrix}$$

حل بعد ستم باستعمال برامج الفراغ CAD/CAM

29

برنامه‌ریزی فرآیند Process planing

تولید اجزا قطعات Discrette Part Manufacturing

تولید پیوسته Continiues process manufacturing

در فرآیند پیوسته تولید محصولات مختلف ← بیشتر در مهندسی شیمی

✓ ما در صنایع با تولید قطعات مجزا سروکار داریم

برنامه‌ریزی فرآیند

① نصب و قرار set up planing ← بستن قطعه کار به میز ماشین

② تعریف عملیات operation — با توجه به هندسه قطعه تراش آن قطعه و ... نوع عملیات ماشین‌کاری و ...

③ انتخاب ابزار

④ ترتیب عملیات ⇒ Sort

⑤ طراحی یا انتخاب فیکسچر برای هر set up

⑥ محاسبه پارامترها

⑦ تولید از NC

محمد محمد ، محمد محمد

Subject : Date:..................

برای هم‌زمانی بین فعالیت‌های طراحی و فعالیت‌های اول کارگاه باید برنامه‌ریزی فرآیند خوبی داشت. یعنی برنامه‌ریزی فرآیند اتوماتیک.

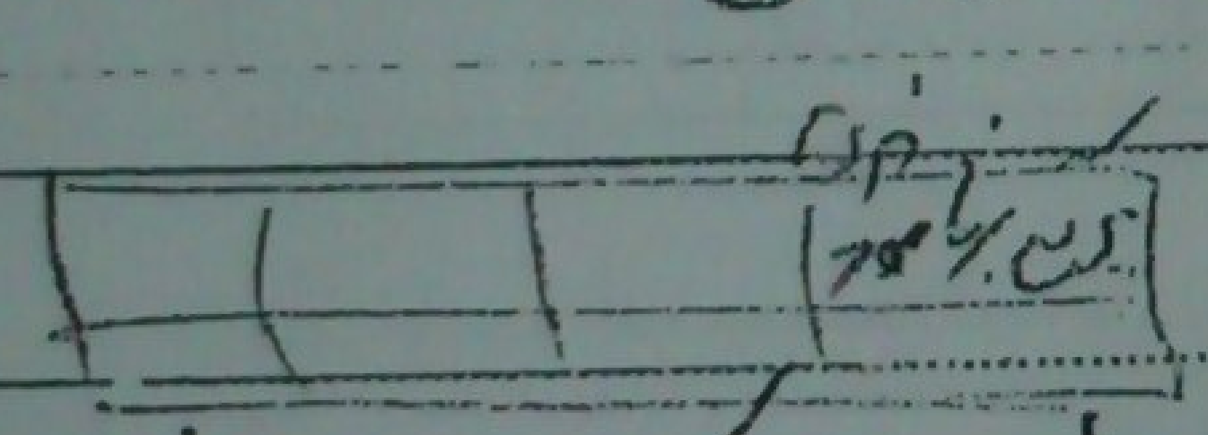
برای این کار ابتدا باید برنامه‌ریزی فرآیند دستی را بدانید.

پارامترهای موثر در برنامه‌ریزی فرآیند؟

۱- دقت
۲- جنس
۳- هندسه قطعه
۴- صافی سطح
۵- تعداد
۶- منابع در اختیار (امکانات موجود)

انواع برنامه‌ریزی فرآیند:

۱- روش دستی



همه‌ی کارها این برگه‌ها می‌خواهند برای تولید

۲- روش تغییراتی Variant

۳- روش مولد

تقریباً Process Planing نیمه اتوماتیک

تمام اتوماتیک

کار برنامه‌ریزی فرآیند را برنامه تعیین می‌کند

CAPP

30 GG

Subject: Date:

CAPP → Computer Aided Process planing

۱- روش دستی ـ وابسته به تجربه اپراتور (Forman)

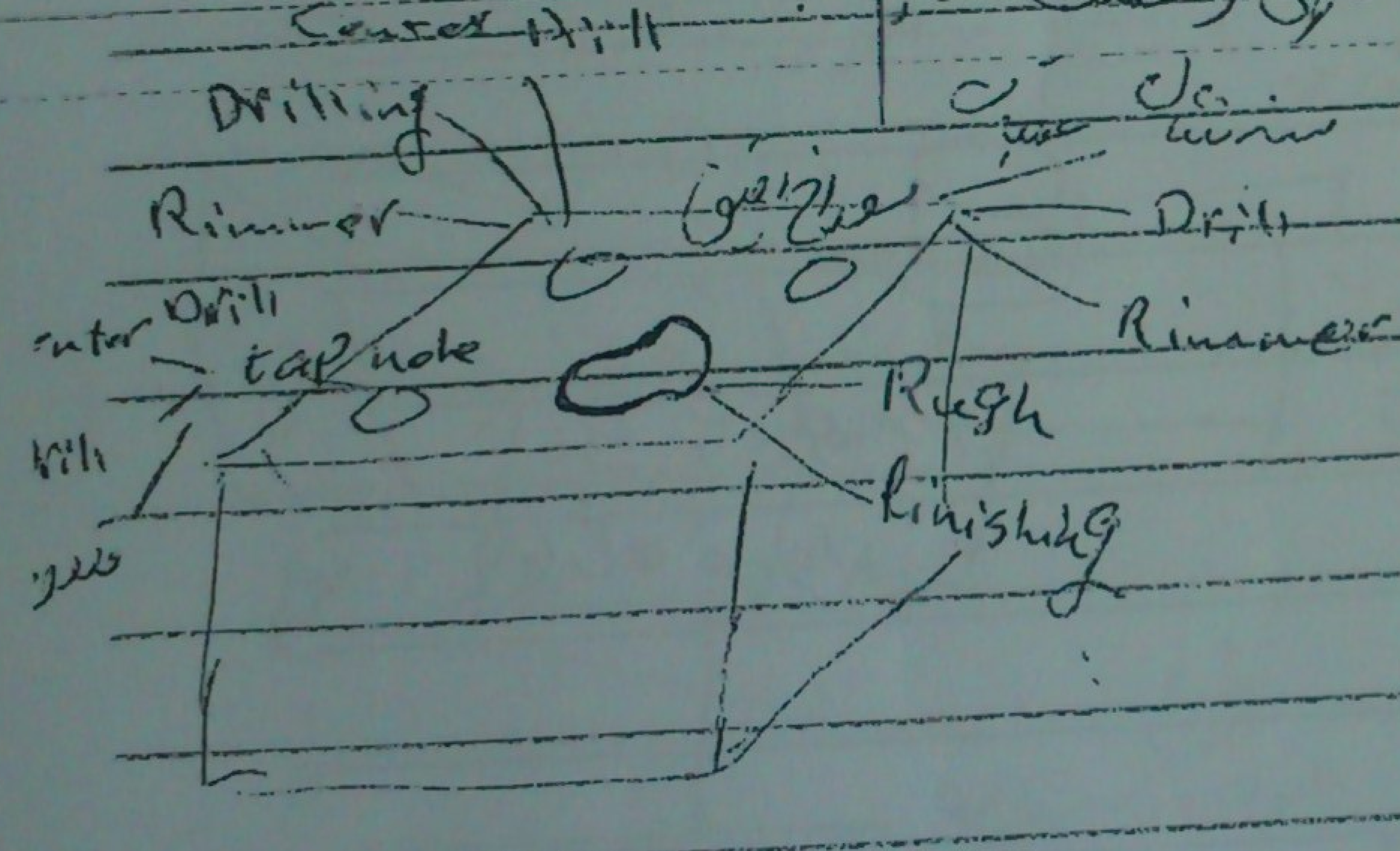
۱- نگاه کلی به قطعه (به حجم‌ها ـ نقشه‌ها روی قطعه)

Study the overall shap of the part.

۲- جنس قطعه، قطعه خام (تعریف شده باشد)

۳- انتخاب سطوح مرجع و تعریف Set up (نصب و قرار)

۴- تعریف حجم‌ها، روش کاری و عملیات لازم


Center Drill
Drilling
Rimmer
سوراخ عمیق
سنتر عملیات
Drill
Rimmer
Center Drill
tap hole
Rugh
Finishing
Drill

5. انتخاب ابزار

۶- ترتیب عملیات

7. انتخاب فید و سرعت (پارامترها)

8. عملیاتی کردن نصب و قرار

عملیاتی کردن تعویض ابزارها

(نوبت دوبت عملیات اشتباه نکنیم) عدد و رقم دادن به آن‌ها

۹- تولید برنامه ساخت که برنامه‌ریزی فرآیند ـ قدیمی‌ترها ـ لیست‌ها قدیمی باشد

Subject : بتجربه   مکعب   Date:..................

forman — بامهارت   روش تغییراتی ؟

CAM - I - CAPP — نرم افزار

فلسفه این نرم افزار ؟

هندسه قطعه

خانواده می‌سازد :

(نیاز به یک Set up دارد)

A : همه قطعه‌ها دوار هستند نیاز به یک مرحله ماشین کاری دارند ؟

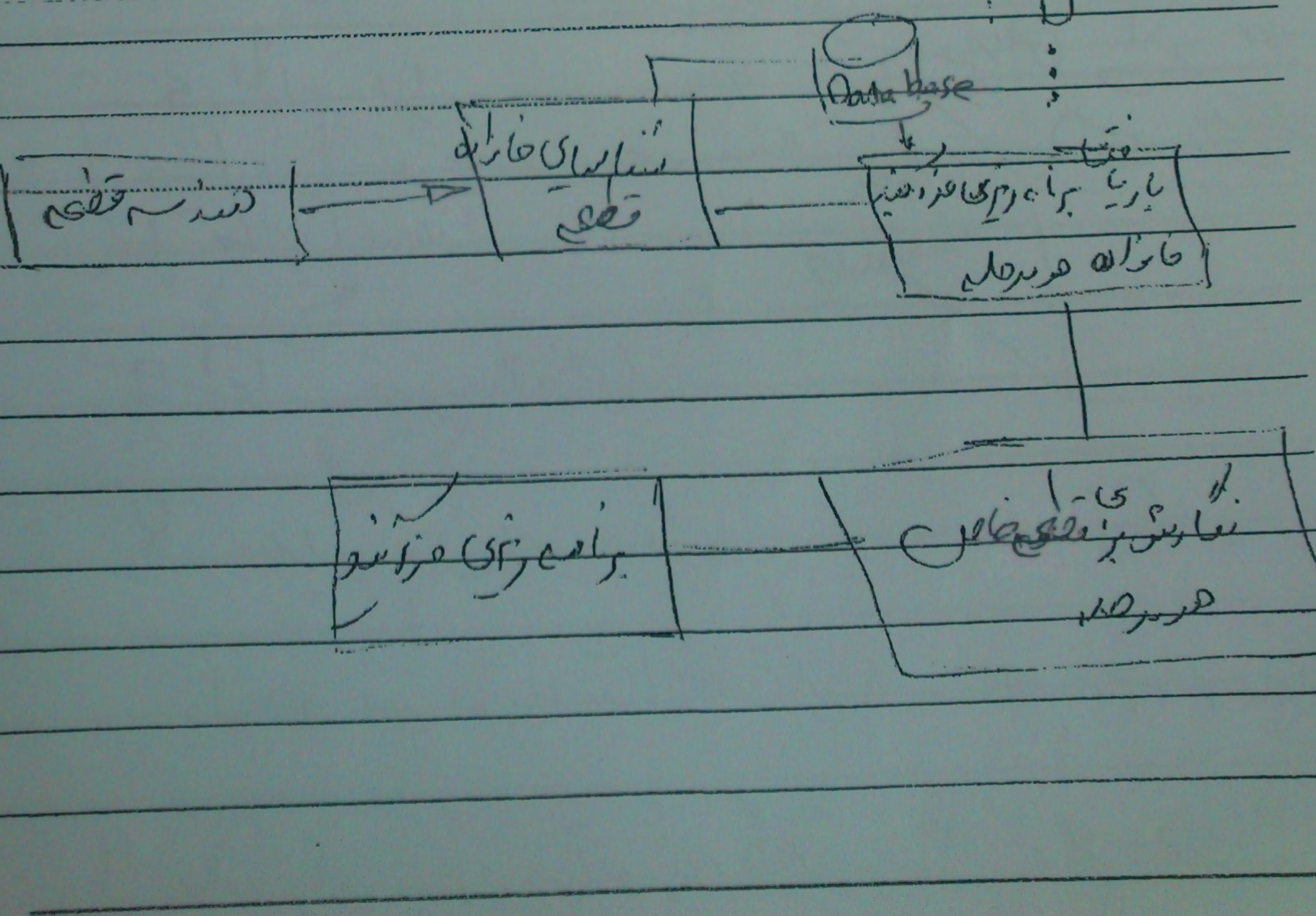
B :

۲

C :

D :

⋮


هندسه قطعه
شناسایی خانواده قطعه
Data base
بازیابی برنامه‌ریزی فرآیند خانواده هر مرحله
نگارش برنامه‌ریزی خاص هر مرحله
برنامه‌ریزی فرآیند

31/۲

Subject

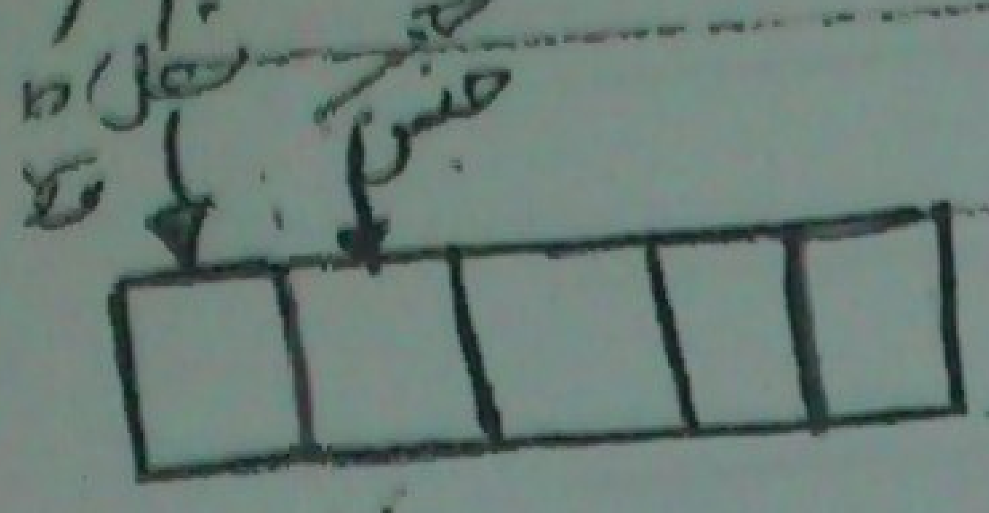
Data:

Data:

تکنولوژی گروه بندی

کدگذاری

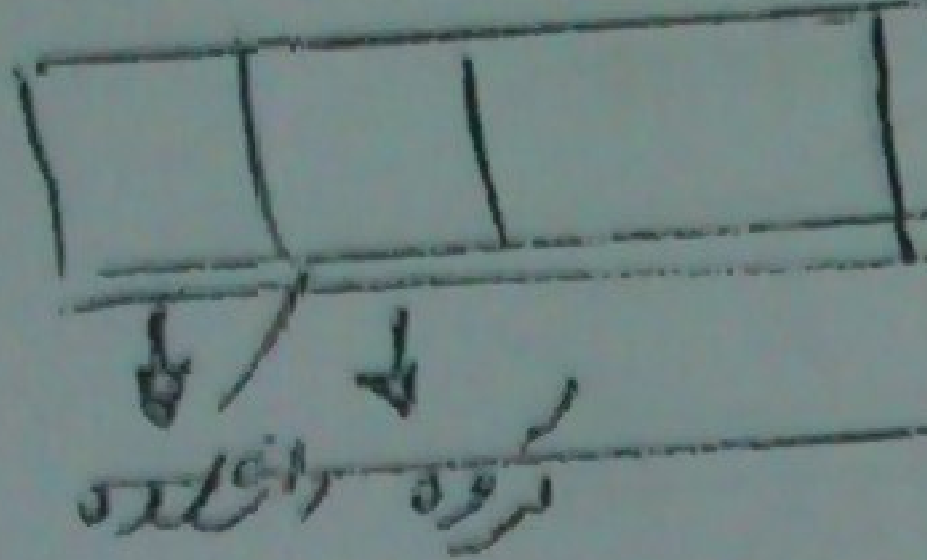
هر کد یک معنی مشخص دارد.

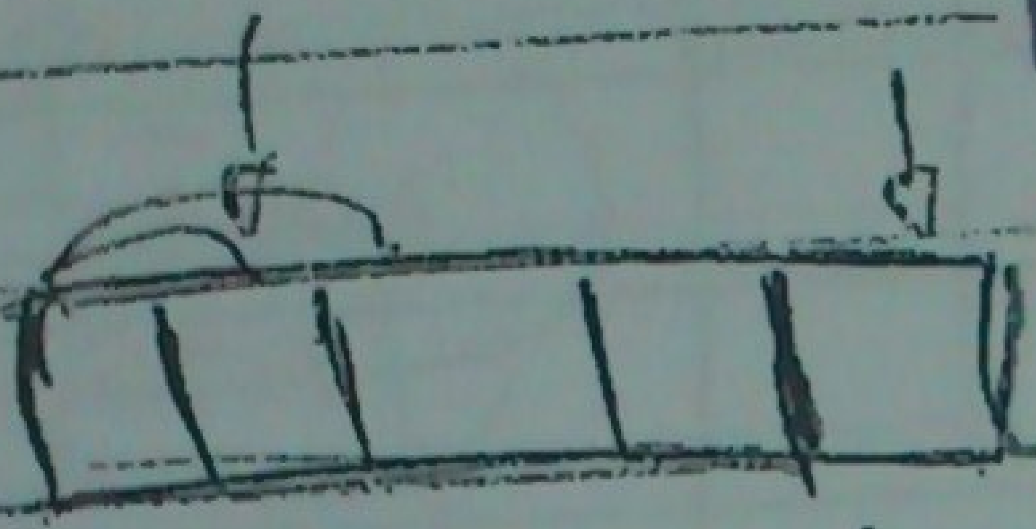


۱- مونوکد mono code

۲- پلی کد Poly code (هر رقم بر اساس رقم قبلی) یا تحلیل تخصیصی است.

۳- هیبرید (ترکیبی)


گروه
دانشکده

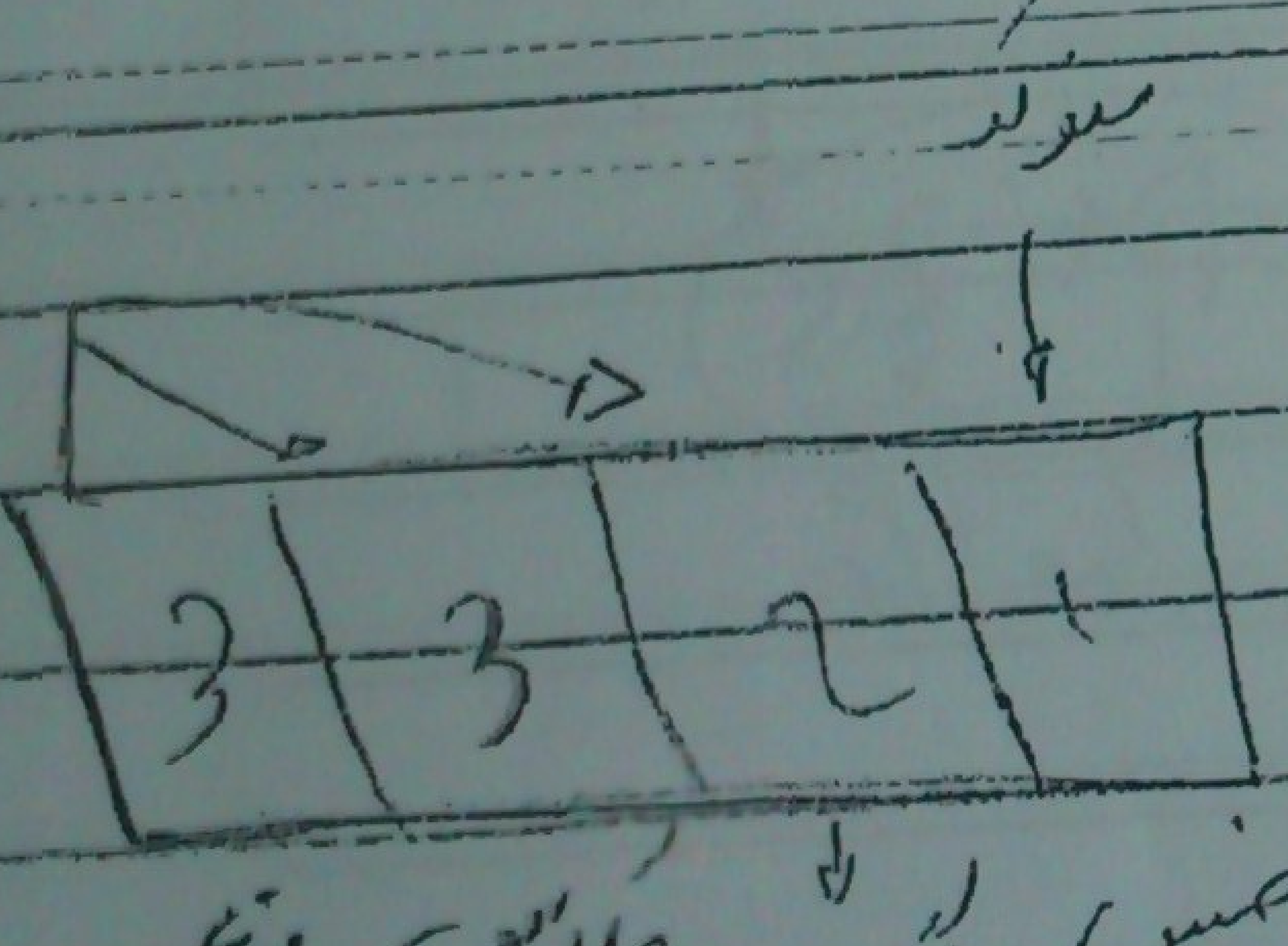


مشخص (مستقل) و وابسته هم

organize

۴- کدگذاری انعطاف پذیر Flexible

روش کدگذاری Vuso - Praha


سریال
3
3
2
1
جنس
گروه
کلاس
نوع

تقدم با توجه به نسبت ها

اگر دو کد بودن بین کد ها
می توان تمیز داد
و شماره جنس گروه را پیدا کنیم

ماتریس خانواده

خانواده A

جنس	گروه	کلاس	نوع	
*	*	*		0
*	*	*	*	1
*			*	2
*	*	*	*	3
		*	*	4
*			*	5
				6
		*		7

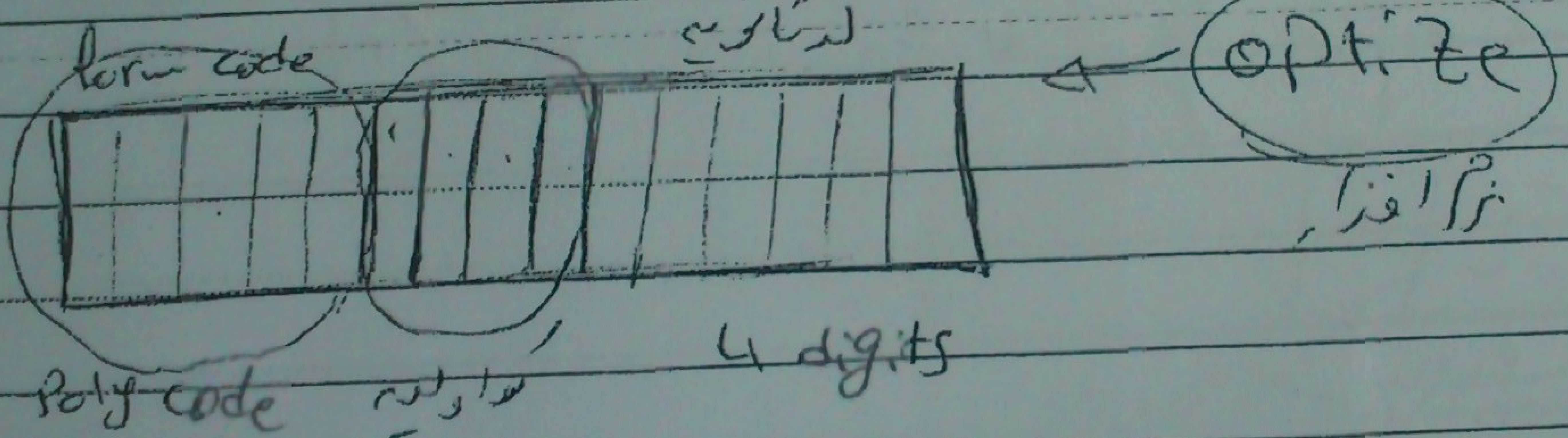
۱۰۰۰	۱۰۱۰
۱۰۰۱	۱۰۱۱
۱۰۰۲	۱۰۱۲
۱۰۰۳	۱۰۱۳
۱۰۰۴	۱۰۱۴
۱۰۳۰	
۱۰۳۱	
۱۰۳۱	
۱۰۳۴	

3	3	2	1

ID قطعه

خانواده‌ها معمولاً بصورت پیش‌فرض تعریف شده‌اند.

روش Vouso - praha یک روش ابتدایی است.


کد ثانویه
form code
Poly code
کد اولیه
4 digits
OPtiZe
نرم افزار

برای نوشتن ID ـــ یک الگوریتم کدگذاری لازم.

که باید برنامه‌ای بنویسیم که با تجزیه تحلیل قطعه

ID مورد نظر را پیدا بکند.

CAD Data

↓

Featur Recognize

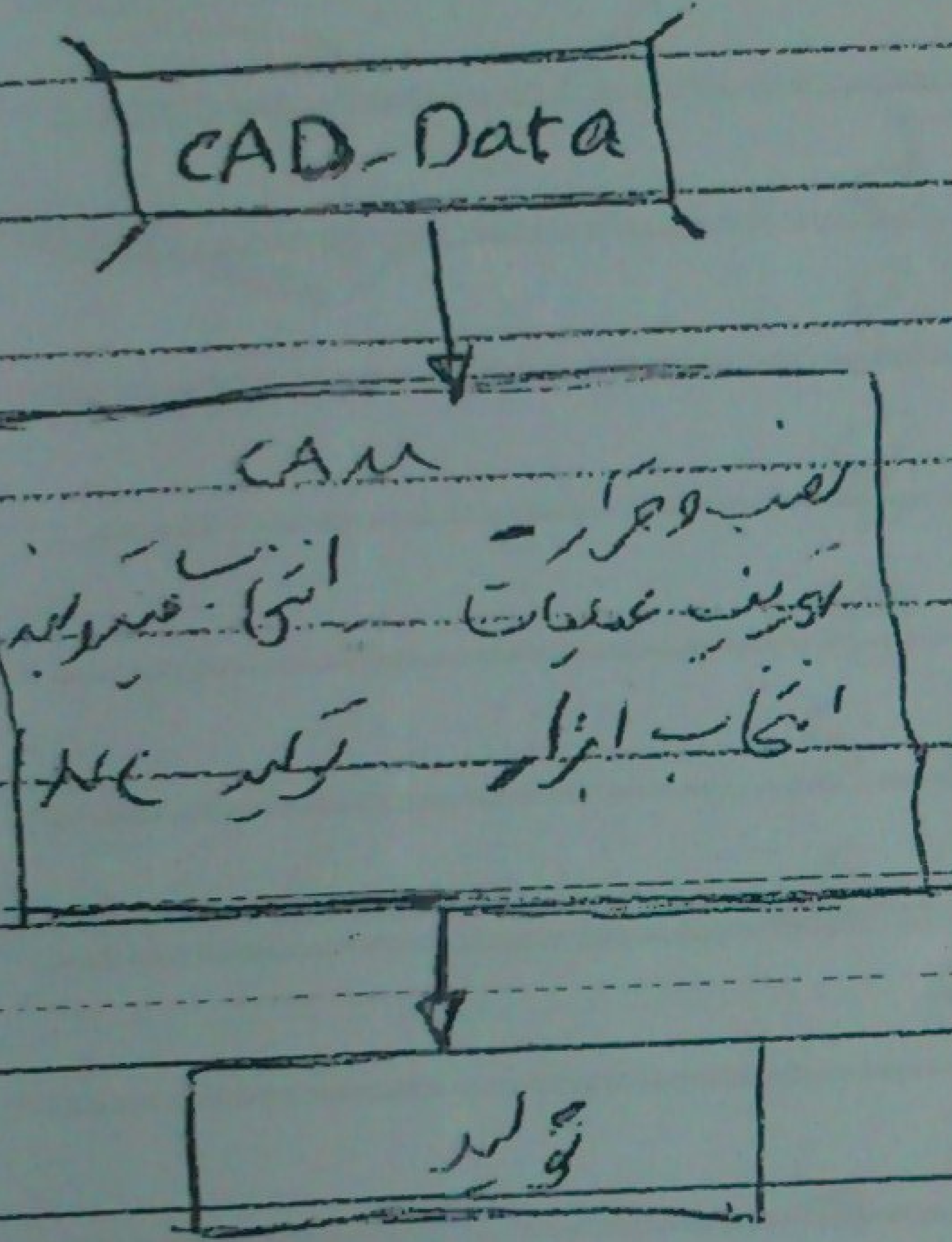
جلسه جدید

برنامه ریزی فرایند Process Planing

① روش دستی

② روش تغییراتی

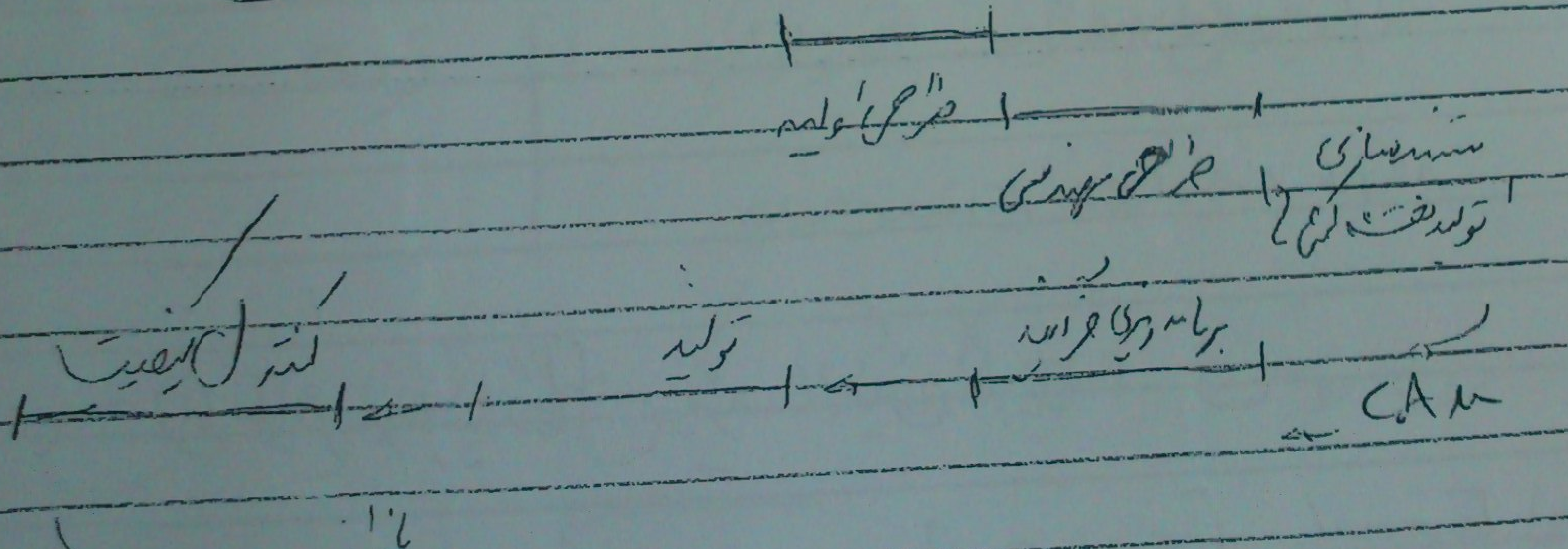
③ روش مولد


CAD-Data
CAM
نصب و جهت
ترتیب عملیات
انتخاب فید و تیغه
انتخاب ابزار
تولید NC
تولید

تحقیق

① Consequential engineering
(مهندسی دنباله دار)

(AI)


طراحی اولیه
طراحی مهندسی
شبیه سازی
تولید نقشه کامل
CAM
برنامه ریزی فرایند
تولید
کنترل کیفیت
بازار

Subject :

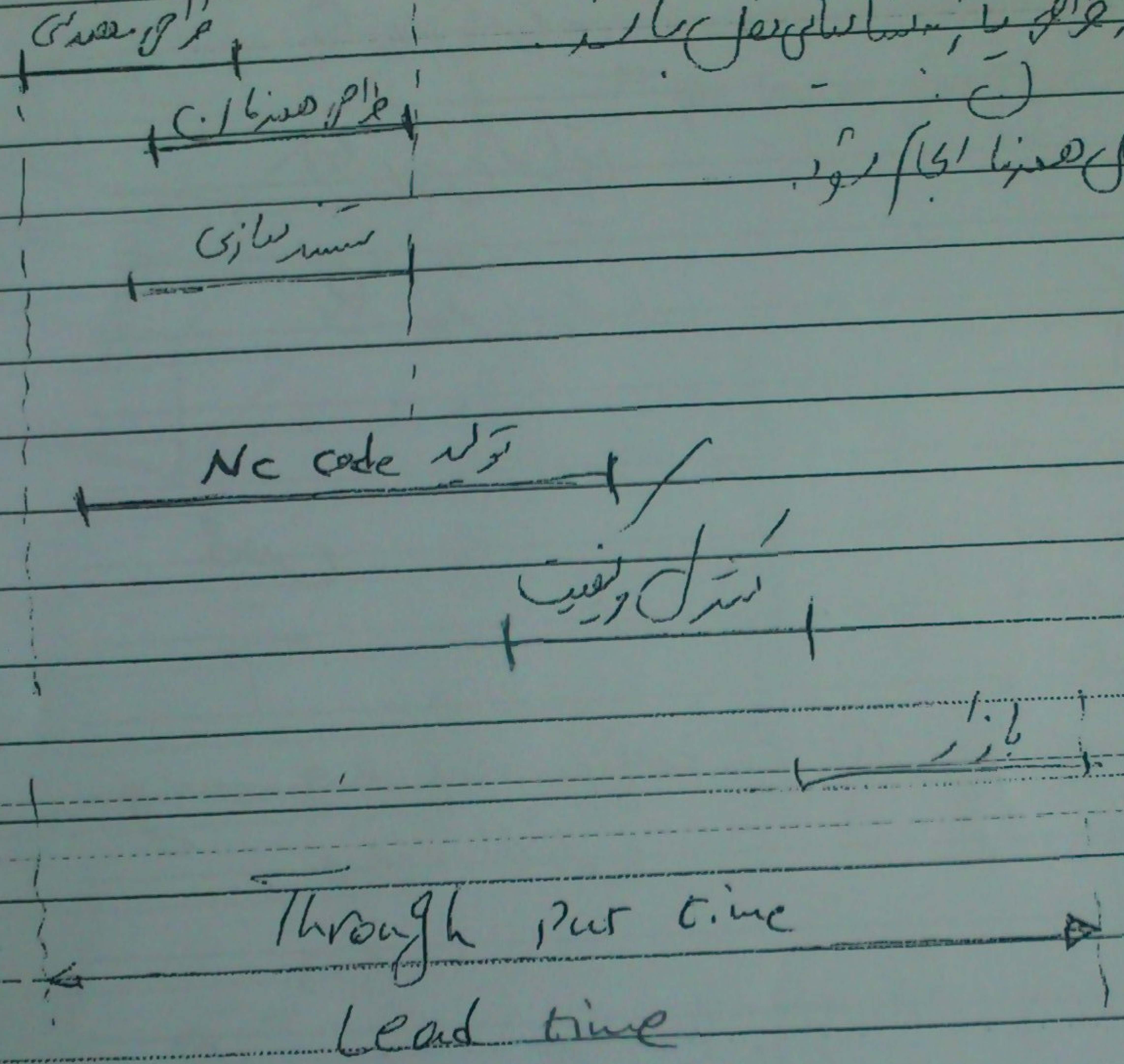
Date:

مهندسی همزمان

Cancurrent Engineaning

دو مرحله بود از طراحی تا شناسایی مراحل باشد.

شناسایی مراحل همزمان انجام شود.



طراحی مهندسی
طراحی همزمان
مستندسازی
تولید Nc code
کنترل کیفیت
بازار
Through put time
Lead time

Makespan time

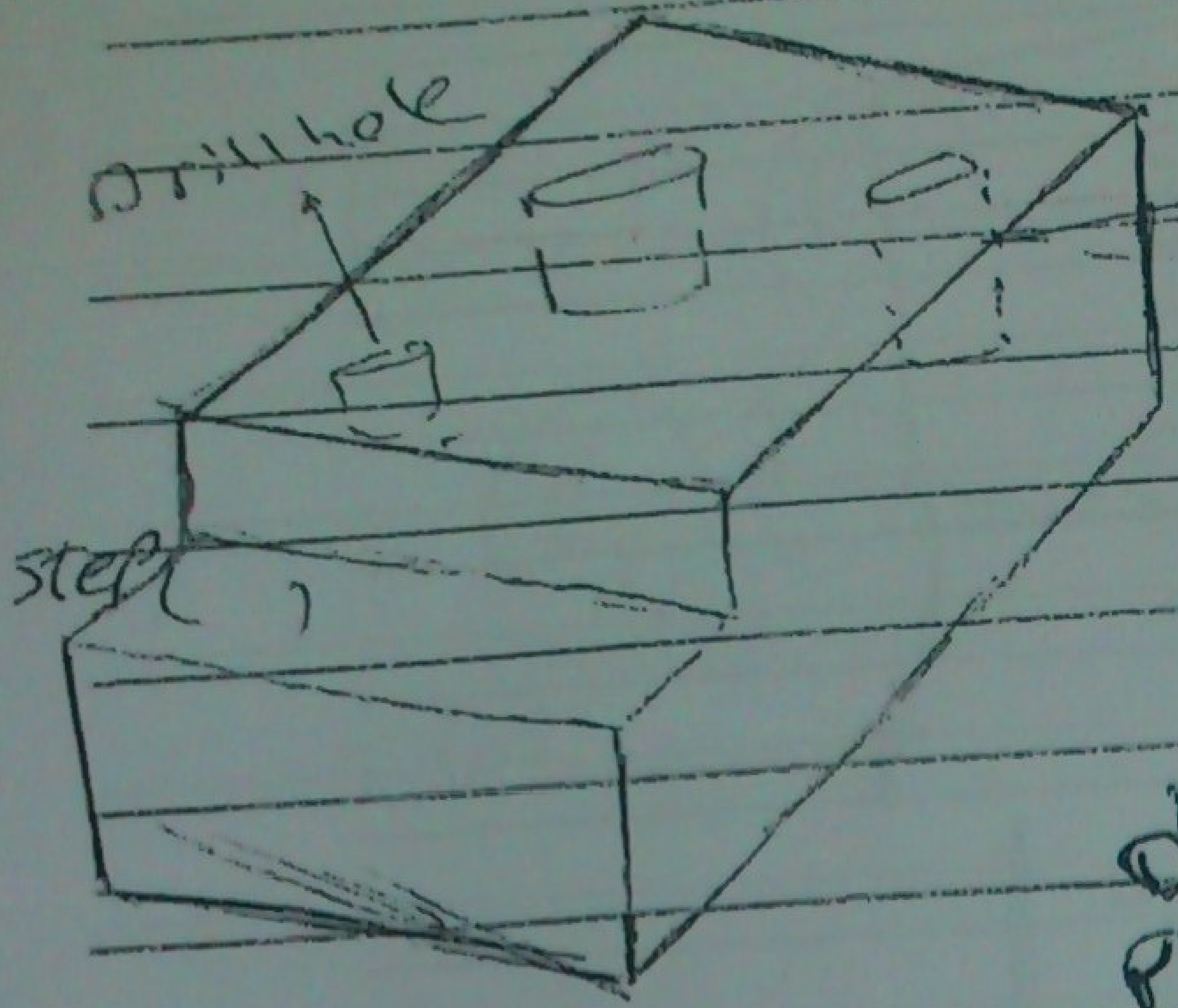
① طراحی بر پایه اتصال ویژه ماشین کاری:

~~Feach~~ Feature Base CAD/CAM System

MIKRO

33

در این روش مشخصه تولید همراه مشخصه هندسی است.



→ Geometrical Data

مشخصه تولید : → Pinhole سوراخ دقیق

Featur list : center drill-90°
① pin hole : Drill (chamfer)
Remmer
② Drill hole :
③ tap hole
④ surfac marking
5. step : Roughing
6. slot : finishing

فیچر
فیچر
فیچر
فیچر
(س)
فیچر تکنولوژیکی
سیم

قیود { تکنولوژیکی → نظم در مراحل ماشینکاری
هندسی

در این روش به عمل کاری برابزار سه مشخصه تولید اول همراه دارند.

x - SiDe subject Date

Subject Subject: X - SiDe

Date:

Feature recongnition شناسایی اشکال ویژه

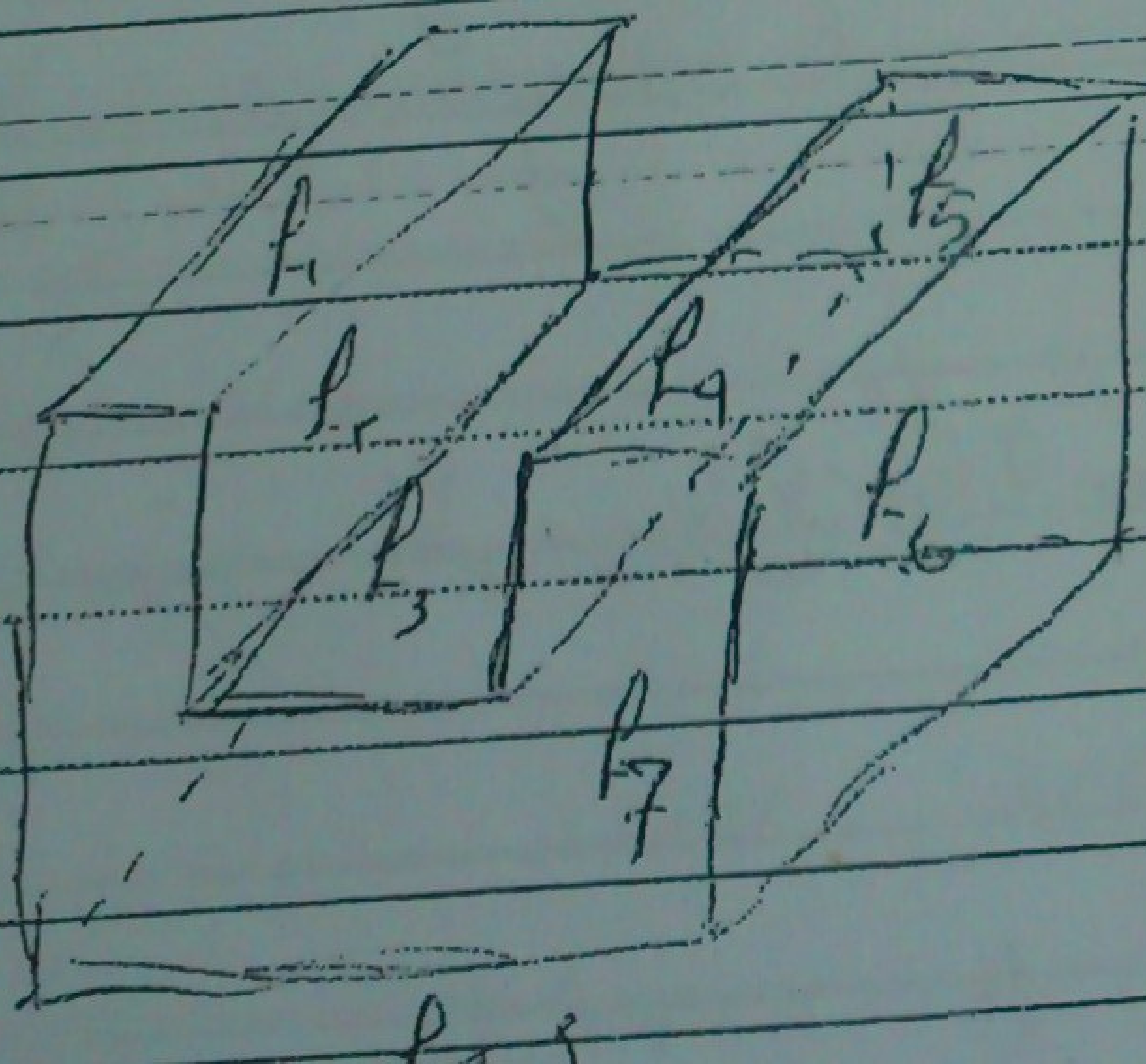
برای انتقال نقشه ها از نرم افزار به نرم افزار جدید باید دوباره

شناسایی اشکال داریم.

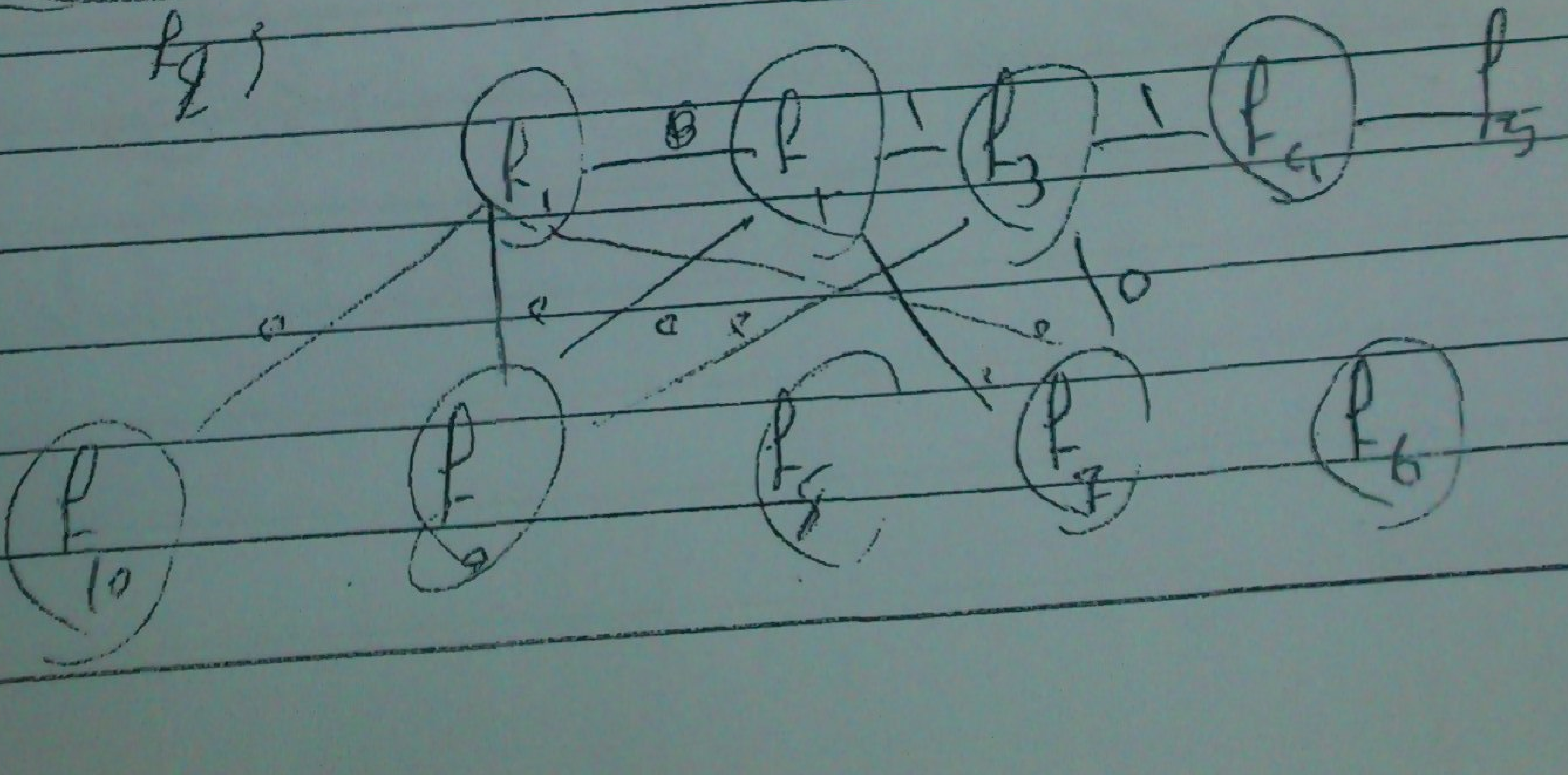
۱- هندسه ی حجم توپر.

۲- داده های بیان مرزی Bondry rep.

۳- از نقشه های دو بعدی

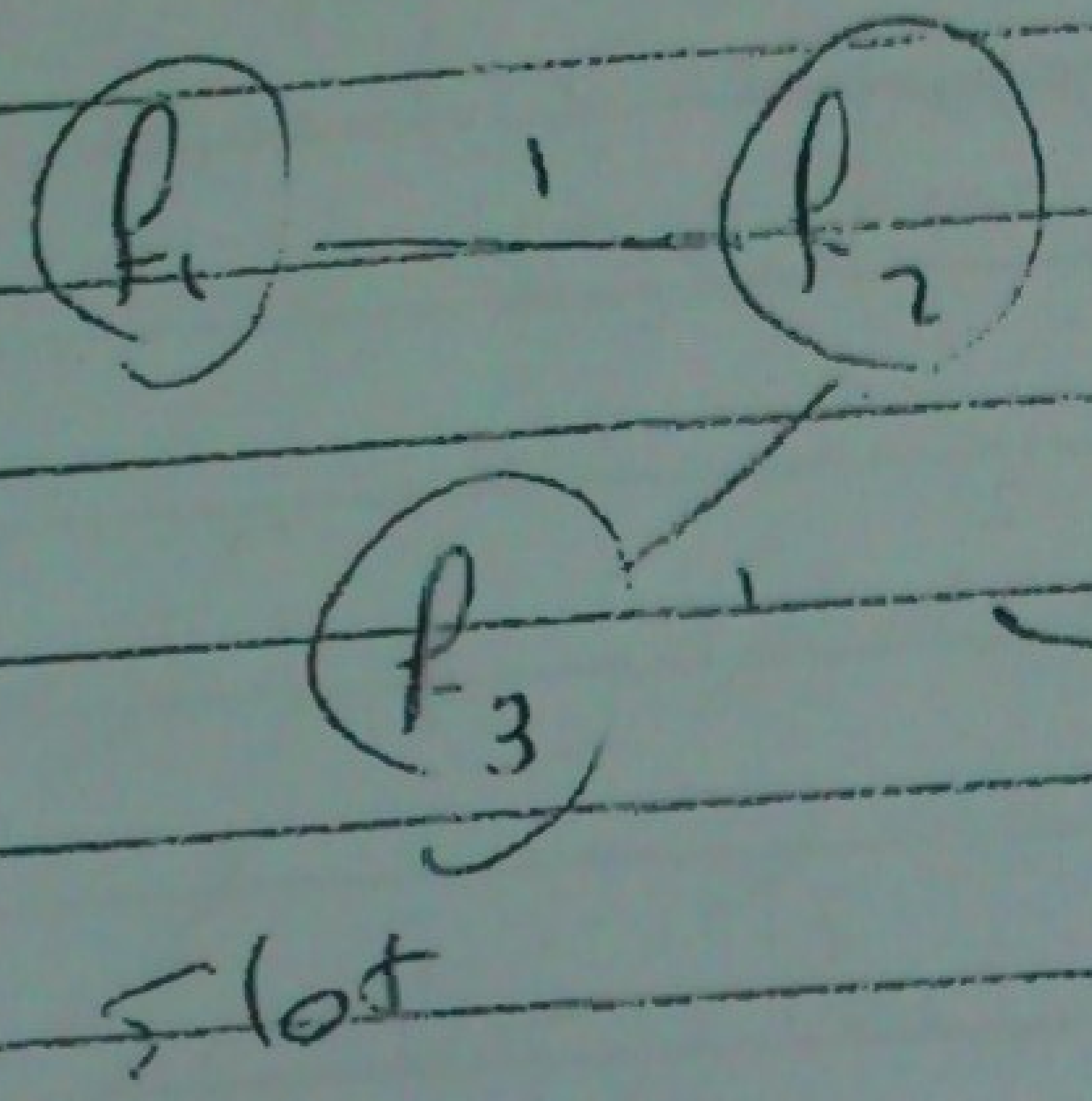

f1
f2
f3
f4
f5
f6
f7
f8

گراف ~~[illegible]~~ همسایگی مشخصه AAG

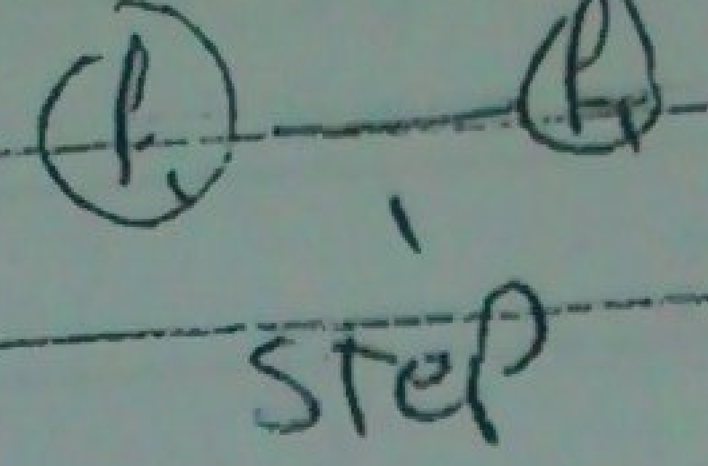

f1
f2
f3
f4
f5
0
1
1
10
f10
f8
f9
f7
f6

34

تمام یال‌های بی مشخصه‌ی ه را باید حذف می‌شوند

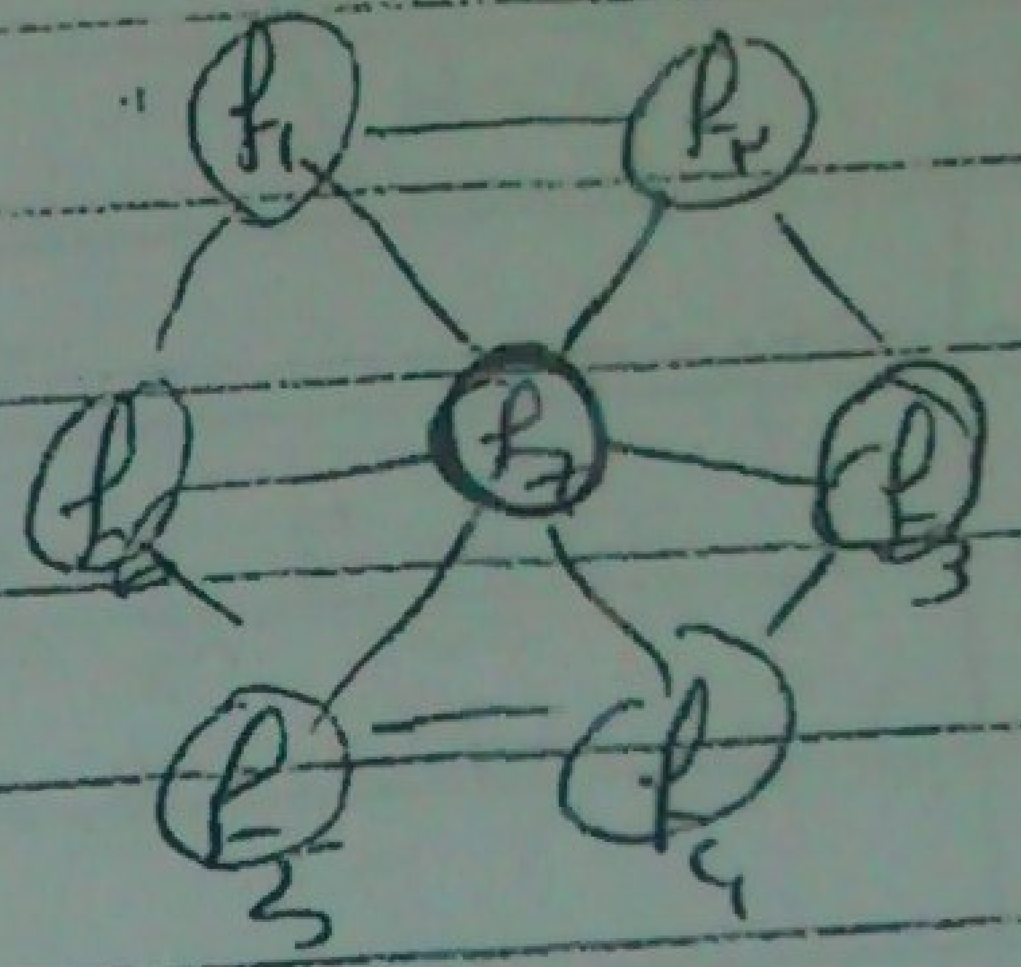


slot



step

گراف مسیر


f1
f2
f3
f4
f5
f6
f7

Pocket

ابتدا برای هر شکل روابط بین سطوح را می‌زنیم

چرا به شکل پاکت

از کجا آن را پاکت می‌گیریم؟ (پاکت به روی صفحه کشیده شده است؟!!)

③ انتزاع اطلاعات هندسی

user interactive feature ③

⊗ شناسایی اتصال و خطوط بر سطح Recognition

(سیستم اتوماتیک)

Date:

Subject: Set up ابزار subject Date operation

CAM / (ماشین) برای انتقال و چرخه:

عملیات	ابزار مناسب
op 1	T_1
op 2	$T_2, T_3, T_{25}, T_3, T_0$
⋮	
op_n	
CAM	

(ترتیب [illegible] ابزار

فضای حالت (مسئله ترکیبی)

غیر قابل [illegible]

فضای جستجو: (تابع هدف)

$$\min f(x_1, \ldots,)$$

برای پیدا کردن جواب بهینه:

روش RA ho

۱- روش‌های ابتکاری ← heurestic

۲- روش‌های فرا ابتکاری metaheurestic

- الگوریتم ژنتیک
- بهینه‌سازی ازدحام ذرات
- جستجوی ممنوع
- IBs (الگوریتم کلونی زنبورها)
- الگوریتم [illegible]

35/1

Rho
Rho
Rh R I R Rho

روش Rho :

تابع هدف : کمترین تعویض ابزار ← دقت ماشینکاری
رعایت شد

ماتریس عملیات : OM ماتریس صفر و یکی درایه‌ی خانه‌های ماتریس : اگر عملیات

[illegible] عملیات ۲ [illegible] در خانه ۱ می‌گذاریم.

تحت [illegible] ابزار است [illegible]
[illegible] [illegible] عملیات [illegible] ۳ [illegible] است.

	1	2	3	4		
1	0		1	1	1	1
2						
		1		1	1	1

می‌توانیم ماتریس را تبدیل به ماتریس بالا مثلثی کنیم به این صورت که [illegible]

[illegible] صفرها را به بالای قطر اصلی می‌بریم.

* اولویت عملیات [illegible] است.

LM

RM ← حرکت از [illegible] عملیات را [illegible] می‌کند
از این جا [illegible]
روی

[illegible]

LM ← حرکت از چپ به سمت چپ

RM ← حرکت از راست به چپ است.

LM 9/13 ← یعنی بین توالی ۱۲ [illegible] می‌توانیم [illegible]

(۹ [illegible])

subject
Date Subject Date subject Subject Date Date Date
Subjed Subject Date Subject Date Date Date Date
Subject: Date Date Date
Subject Subject Subject Date

~~ماتریس ارتباطی بین اجزاء و عملیات :~~

operation

	1	2	3	4	5
t	1				
o	2				
o					
l	3 n				
s					

~~ماتریس ارتباطی بین اجزاء و عملیات~~

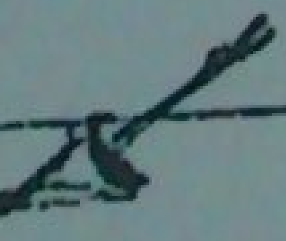
mtr subject
mtr subject subject subject
mtr subject subject subject

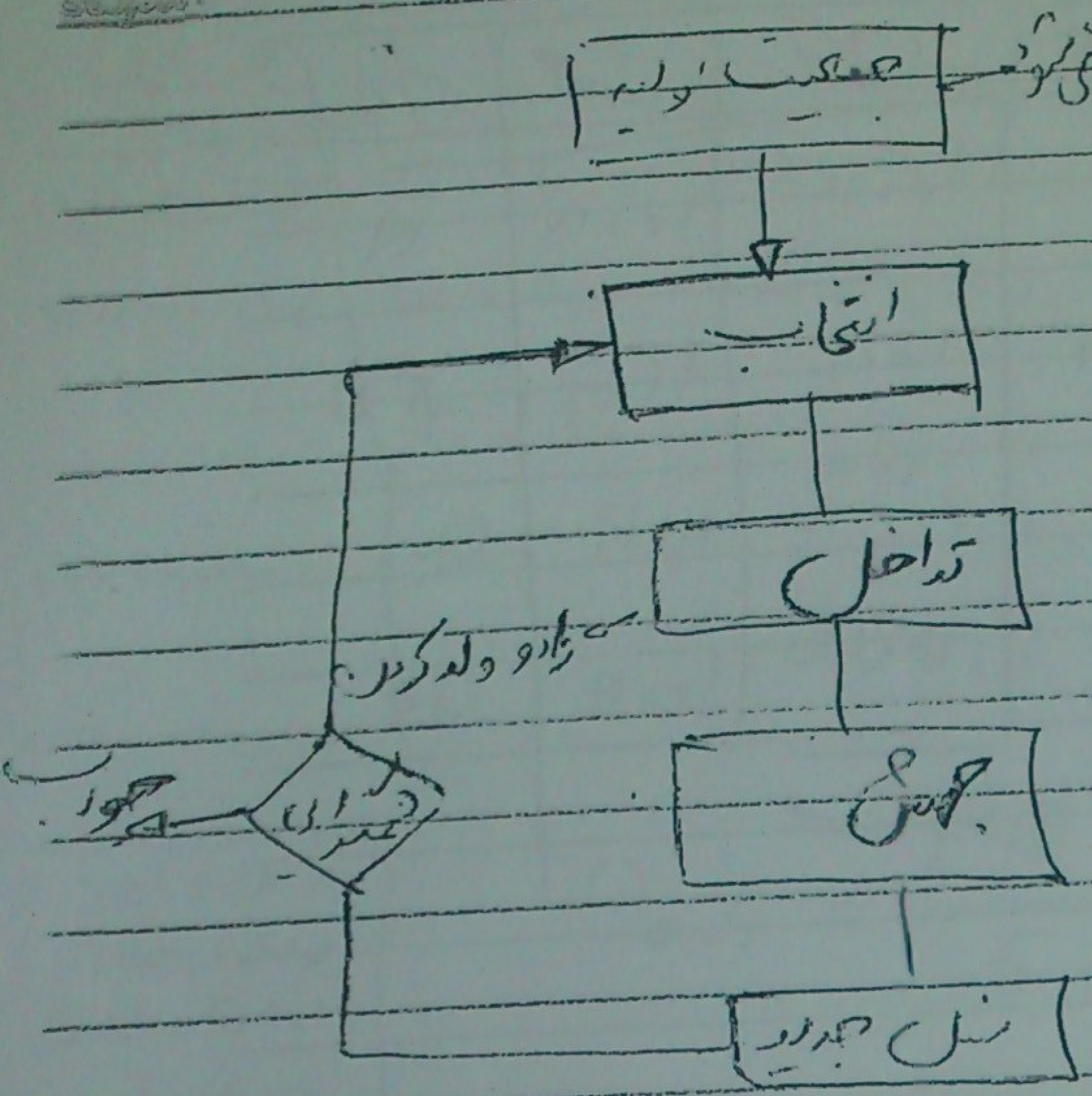
روش اول : مقدار برد ۱ . موجود بود (1-) . بعد آن را به هم
یک ستون عرض بر این است

روش II : عملیات I را بزرگترها در حق [illegible] نشد از رو .

الگوریتم‌های فراابتکاری : Meta heurectic

الگوریتم ژنتیک : (برگرفته از اصل تنازع بقا موجودات زنده)
۱ . اصل تنازع بقا




جمعیت اولیه
به صورت رندوم انتخاب می‌شوند
انتخاب
تداخل
به زاد و ولد کردن
جهش
نسل جدید
شرایط توقف
جواب

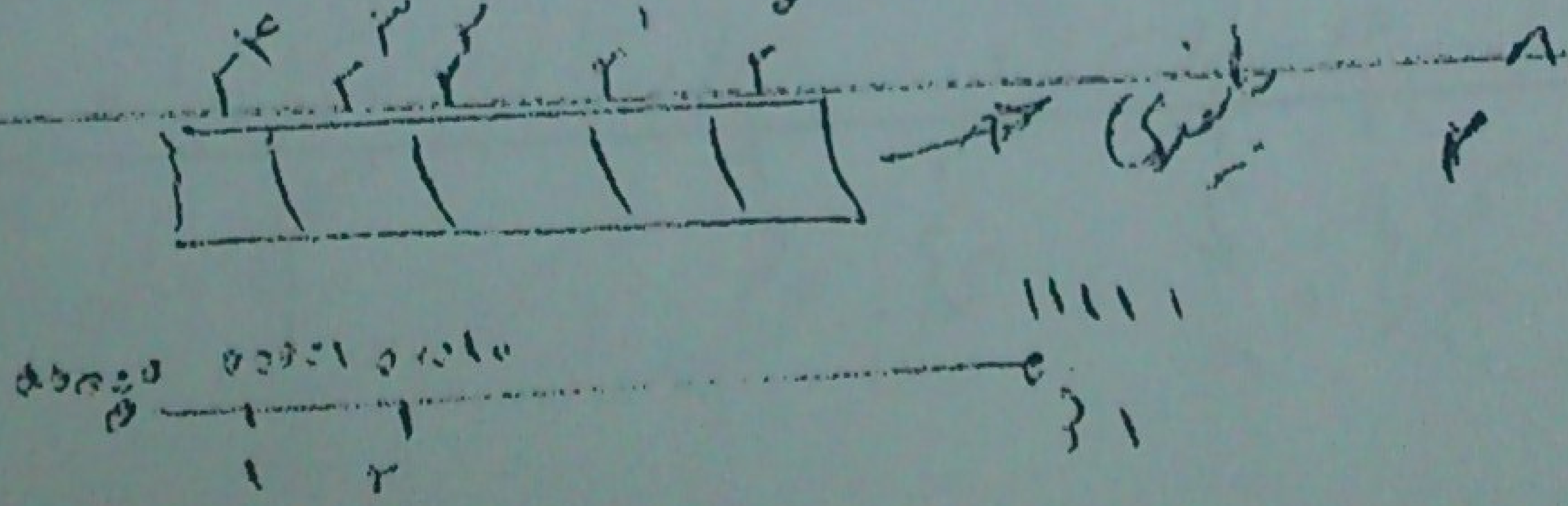
مثال $f(x)=x^2$ ماکزیمم در بازه‌ی $0 \leq x \leq 31$ ؟

P	جمعیت اولیه
	3
	8
	18
	28

فضای جواب را district (مجزا) می‌کنیم

$0 \leq x \leq 31$ عدد

۳۲ حالت به صورت [illegible] [illegible]


۲۴ ۲۳ ۲۲ ۲۱ ۲۰
1 1 1 1 1
باینری
۲۵
11111
0
1
2
31

Date:

Subject :

نسل اول	جهش	ترامیل	انتخاب	تعداد	انتخاب	f	جمعیت اولیه
۱۹	۱۰۰۱۱	۱۱۰۰۱	۱۱۰۱۱	0	$9/f_{ave} = 0.03$	۰۰۰۱۱
۲۵	۱۱۰۰۱	۱۱۰۰۱	۱۱۰۱۱	0	$100/f_{ave} = 0.33$	۰۱۰۱۰
۳۱	۱۱۱۱۱	۱۱۰۱۱	۱۱۰۱۱	3	$729/f_{ave} = 2.43$	۱۱۰۱۱
۱۹	۱۰۰۱۱	۱۰۰۱۱	۱۰۰۱۱	1	$361/f_{ave} = 1.27$	۱۰۰۱۱

$\sum f = 1199$

جمعیت برابر

$f_{ave} = \frac{1199}{4}$

299.75

مثال: میخواهیم هندسه‌ی تزریق را مشخص کنیم. 2^{5}

$\frac{251-220}{31} = 1^\circ c$ درجه برای

T_m دمای مذاب: ۲۲۰ تا ۲۵۱

T_D دمای قالب: ۵۰ تا ۶۵°c

t زمان تزریق: ۱ تا ۴ sec

$$G = \overset{2.75}{\frac{2}{3}T_m} + \overset{2/3}{\frac{1}{2}T_D} - \overset{3.5}{2t}$$

$\frac{65-50}{31} = 0.5^\circ c$ درجه برای

$\frac{4-1}{3} = 1 sec$ برای 2

دمای مذاب: 00000 — 220, 00001 — 221

دمای قالب: 00000, 00001 — 50.5

زمان: 00 — 1, 01 — 2, 10 — 3, 11 — 4

37 مثال: decode کردن باینری یعنی [illegible]

تابع برازندگی [illegible]

جمعیت اولیه				
[illegible]	$Q=12$	$Q'=33/20=1.13$	1	١١٠٠١١٠٠١١٠٠
٠١٠٠١٠٠١١٠	$Q=8$	$Q'=27/20=1.35$	1	٠٠١٠١٠٠١٠٠٠١٠
١١٠٠٠٠١١١٠٠٠	$Q=35$	$Q'=0/20=0$	0	٠٠١١٠٠١١٠٠٠٠
٠١٠١٠٠١١٠	$Q=17$	$Q'=18/20=0.9$	1	١١١٠١٠١٠١٠١٠
٠٠١١٠٠٠١١٠٠٠٠	$Q=3$	$Q'=32/20=1.6$	2	٠٠١١٠٠١١٠٠٠٠

selective
selective
selective
selective

$$Q'_{avr} = \frac{\sum Q}{5} = \frac{100}{5} = 20$$

70% والدین	20% جهش	نسل جدید (اول)
١١٠٠١١٠١٠٠٠	١١٠٠١١٠١٠٠٠	
٠٠١٠٠٠١٠١٠١٠	٠٠١٠١٠١٠١٠١٠	
٠٠١١٠٠١٠١١٠٠	٠٠١١٠٠١٠١١٠٠	
١٠١٠١٠١٠٠١٠١٠	١٠١٠١٠١٠٠١٠	
٠٠١١٠٠١١٠٠٠	٠٠١١٠٠١١٠٠٠٠	

مدل کردن مدل کردن

خیلی ساده مدل کردن

خیلی ساده

خیلی

مسئله‌ای را در قالب یک مدل درآوردن

خیلی ساده خیلی ساده خیلی ساده خیلی ساده خیلی ساده خیلی ساده

خیلی ساده خیلی ساده خیلی ساده خیلی ساده مدل کردن

Feature Subject Feature Subject محمد عزیزی انزلی

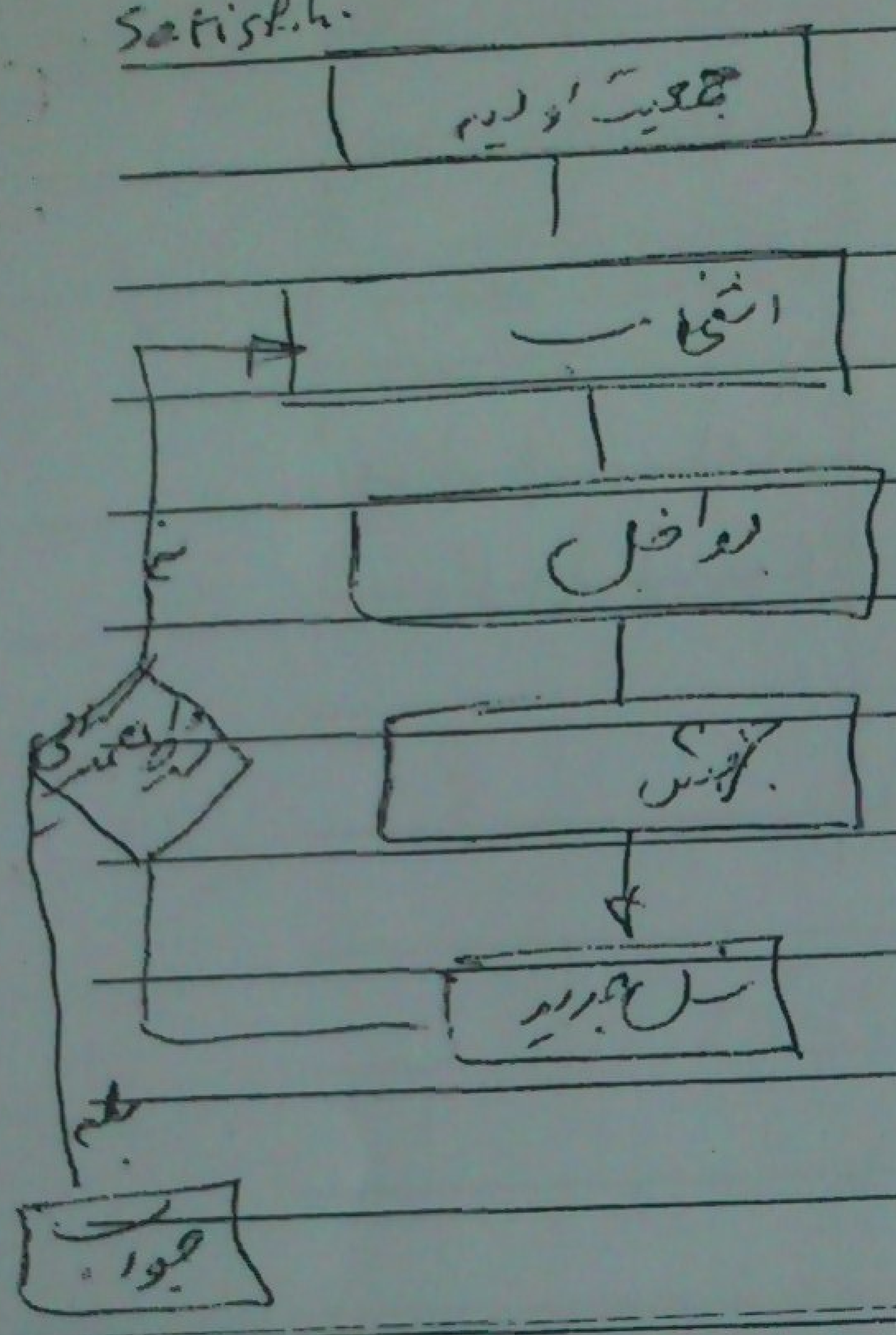
Subject: Feature Date Subject Subject Date

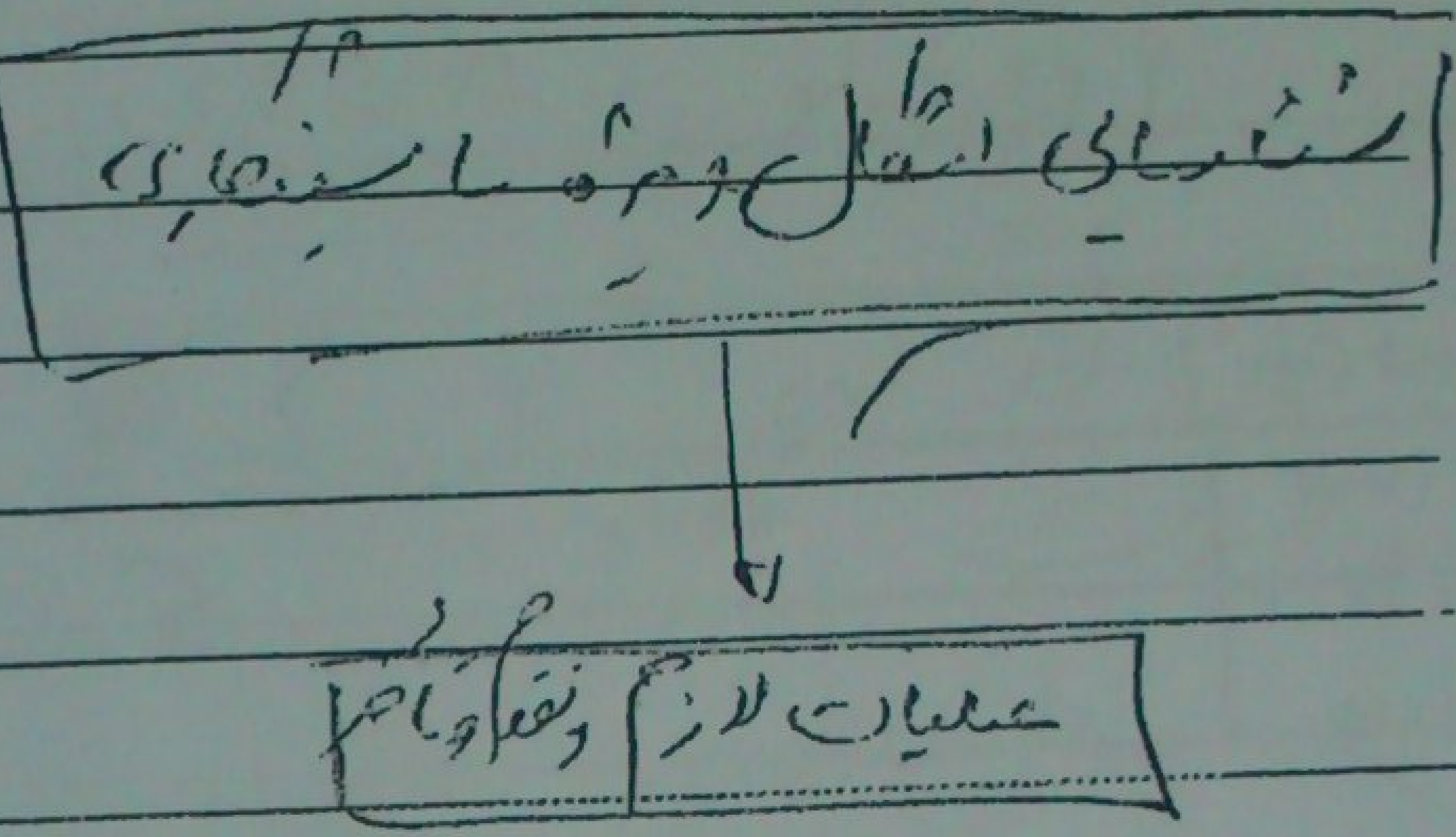
Date:..................

Feature استفاده از الگوریتم های هوشمند در برنامه ریزی فرآیند :

Feature

Satisfi.h. * الگوریتم فرا ابتکاری (الگوریتم هوشمند)


جمعیت اولیه
انتخاب
تقاطع
جهش
نسل جدید
شرط توقف
خیر
بله
جواب


مشخصه‌های اشکال ویژه ماشینکاری
عملیات لازم
تقدم و تأخر

(FPG : نقش تقدم ترتیب

ترتیب ترتیب

FPG Feature President Graph

جهت سادگی دو جزء alternative هست . از بین n تا 1

مختصر Micro o o^b تابع هدف ~~ـــ~~ هزینه ساخت ماشینکاری

Micro هزینه setup ابزار /

Geid Factor زمان ماشینکاری

Geid

Factor تعویض ابزارها تابع برعکس

MICRO Micro

Micro

Micro

38 Date برا تولید نسل فرزندان over Cross برا تولید نسل فرزندان over cross over Cross over

Date subject cross cross over cross over Cross over

subject subject subject subject cross over

عمل cross over . ژن‌های بالا و ترتیب را از دیگری وارد می‌کنیم

2 3 4 5 ~~6 7 8~~

ترتیب ۱

P_1 2 3 5 : 4 6 1 8

ترتیب ۲

P_2 3 5 7 : 8 2 4 6 1

ترتیب این اعداد را حفظ کن

حرکت ابزار

ch_1 2 3 5 7 8 4 6 1

اسپیندل

اسپیندل

ch_2 3 5 7 2 4 6 1 8

حرکت

ترتیب از بالایی گرفته می‌شود

اعمال جهش:

۱۰ یا ۲۰ درصد جهش اعمال می‌کنیم

فرمول جهش

ترتیب

تولید

به طور رندوم دو تا عدد را generate می‌کنیم.

$$2 \quad \overset{\curvearrowright}{\textcircled{3}} \quad 5 \quad 7 \quad 8 \quad \textcircled{4} \quad 6 \quad 1$$

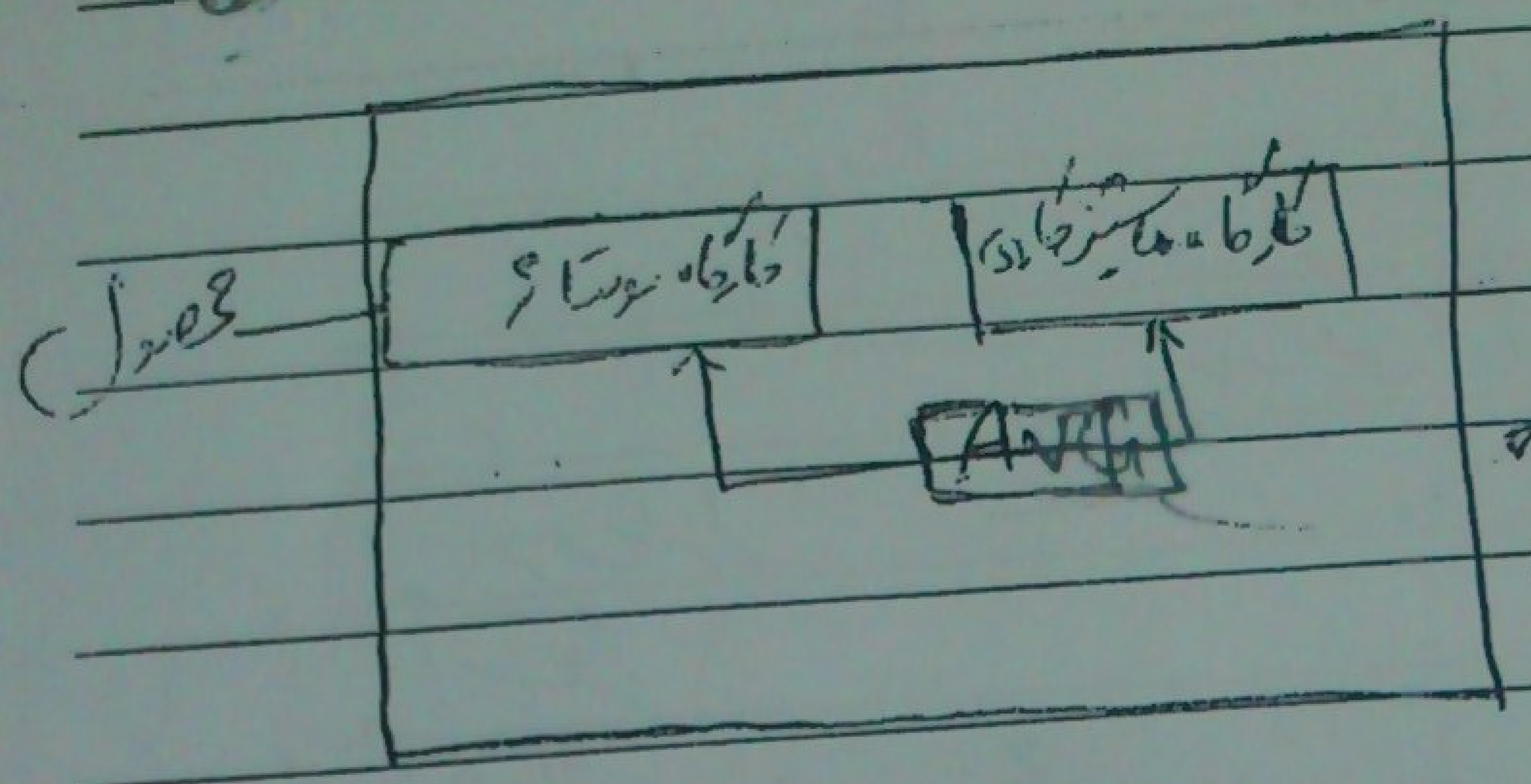
Date:

Subject: ۲۴ خرداد ۹۰

برنامه ریزی تلفیقی ماشین کاری و مونتاژی :

[illegible]

برنامه ریزی تولید :



محصول
کارگاه مونتاژ
کارگاه ماشین کاری
AVG

انتقال قطعات تولید شده به کارگاه مونتاژ

تک ماشین
ماشین موازی
تک مرحله ای
چند مرحله ای
چند ماشین تک مرحله ۲

{kusiak}

مسئله

برنامه زمانی کارگاه مونتاژ و کارگاه ماشین کاری

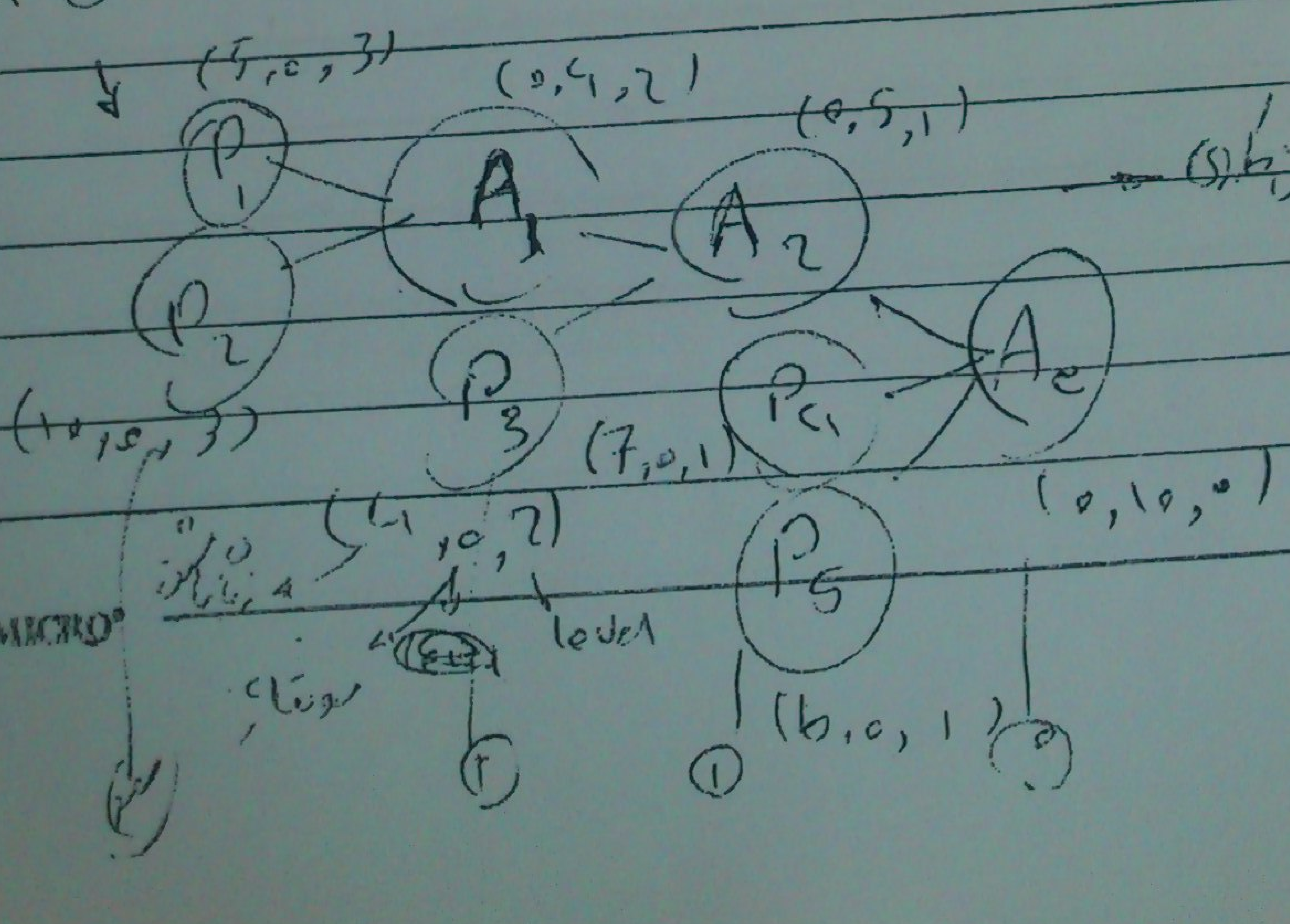
همزمان ارائه می دهد

فرض : ماشین‌ها در خط ماشین کاری

~~[illegible]~~ در خط مونتاژ

برای هر محصول دیاگرام ماشین کاری و مونتاژ

محصول ۲

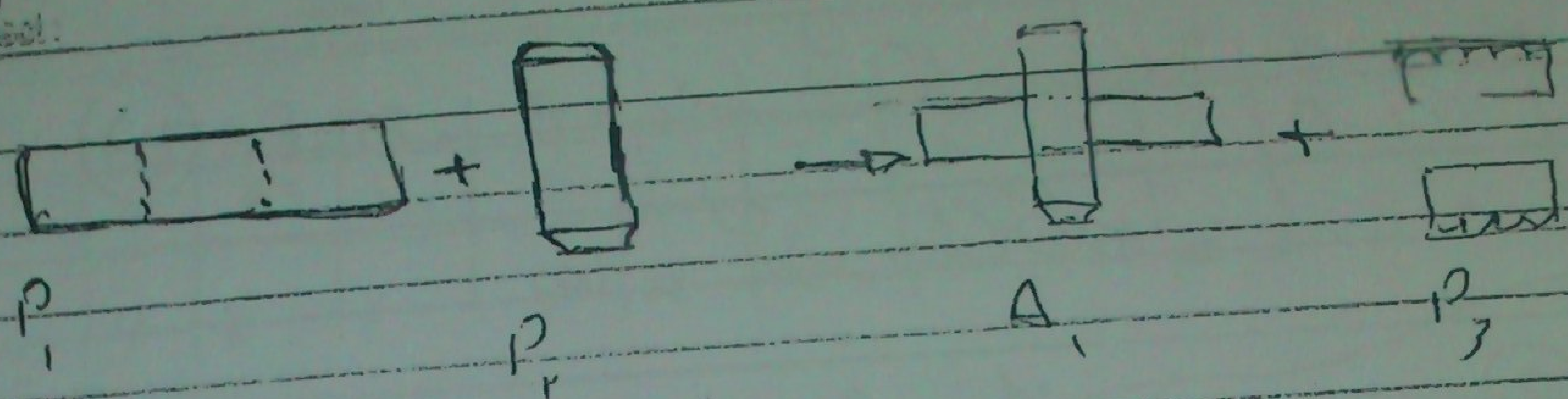


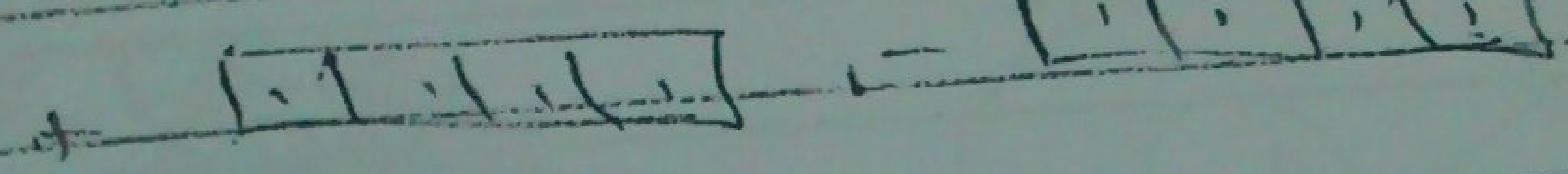
(۴, ۰, ۳)
(۰, ۶, ۲)
(۰, ۵, ۱)
P1
A1
A2
P2
P3
P4
A3
(۱۰, ۱۵, ۳)
(۷, ۰, ۱)
(۰, ۱۵, ۰)
(۱۰, ۰, ۲)
P5
(۶, ۰, ۱)
level
ماشینکاری
مونتاژ
۱
۲
۳

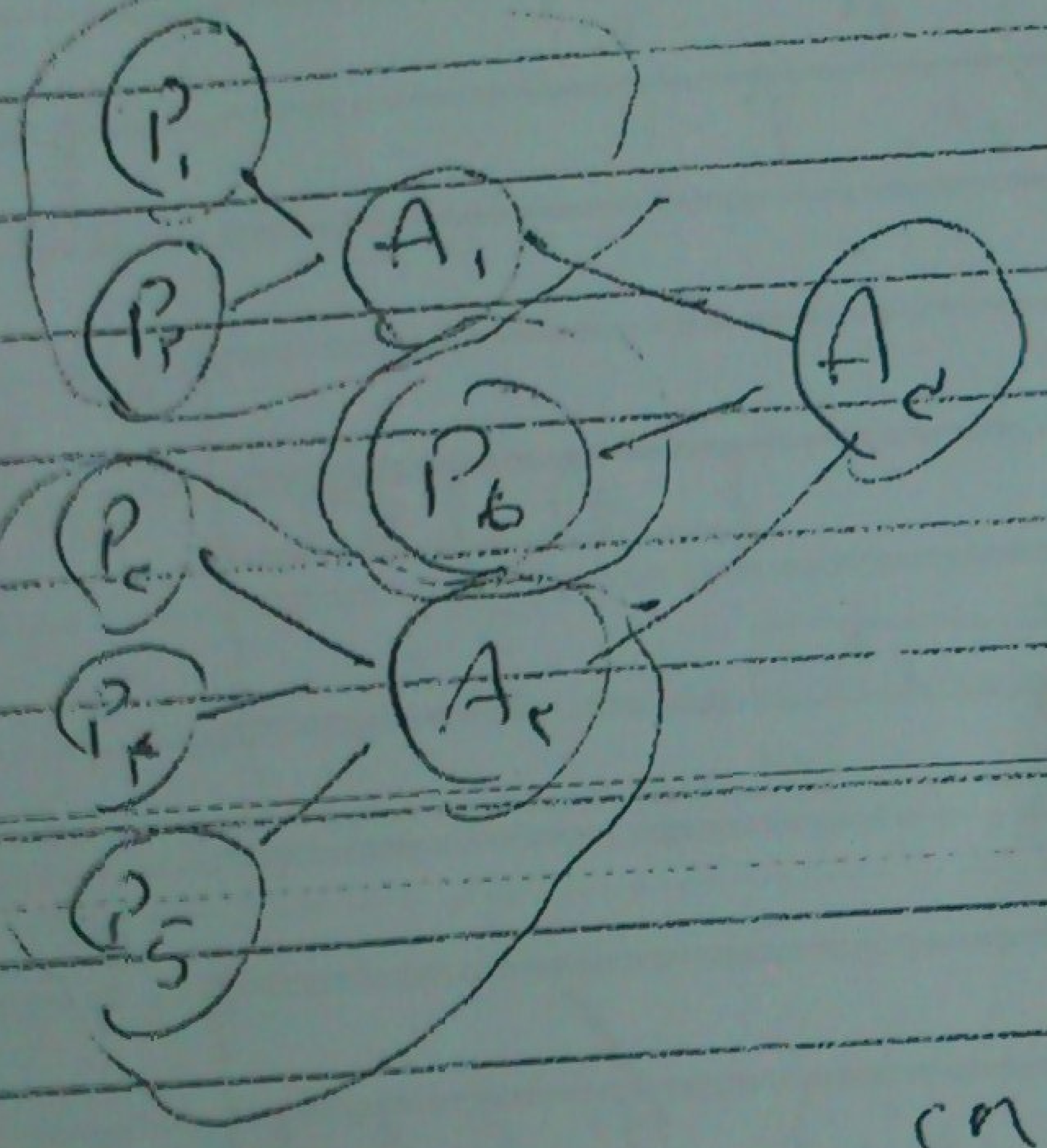
دیاگرام ماشین کاری و مونتاژ ساده

34/1 Date:

Subject:






P1
P2
A1
A3
P6
P3
A2
P4
P5

پیکربندی ماشین‌های مونتاژ یکپارچه :

برای هر گره ۳ پارامتر وزنی داریم

۱- زمان ماشینکاری

۲- زمان مونتاژ

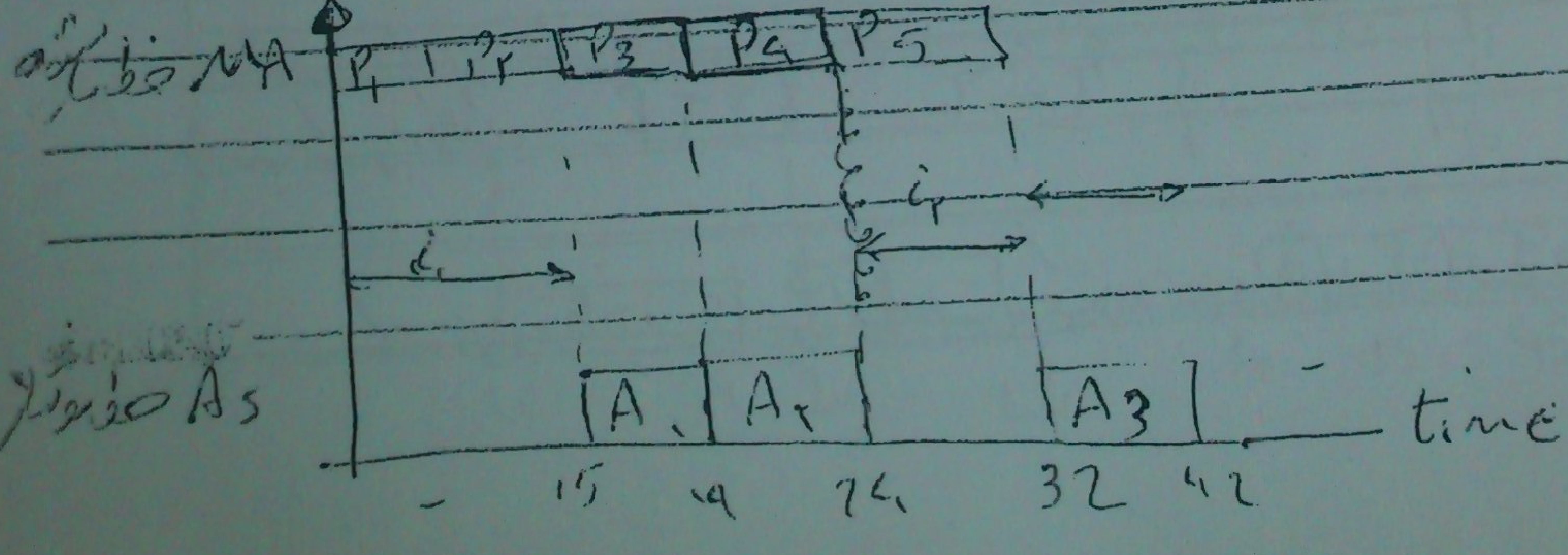
۳- سطح level

(۱ ۲ ۳)

تخفیف (mod)

فصل اول : ترتیب‌بندی ماشین‌های مونتاژ ساده با قابل MLDF

استفاده از maximum level of Depth Come left

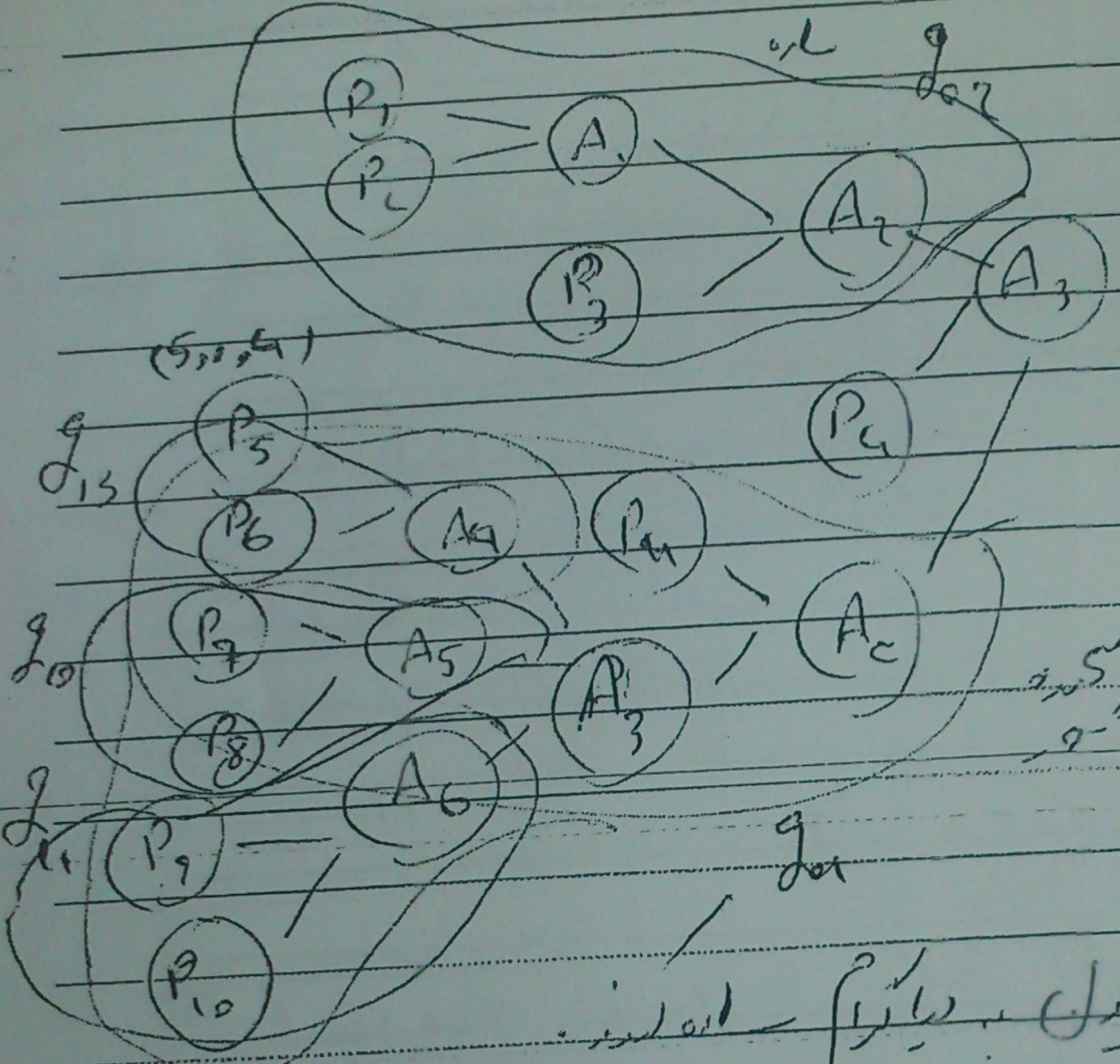


Subject:

Date:

Idel time = زمان توقف خط مونتاژ = $t_1 + t_2 = 15 + 8 = \boxed{23}$

T. terminal time = زمان توقف خط پایانی = 10


P_1
P_2
A_1
A_2
P_3
A_3
g_{02}
P_4
P_5
P_6
A_4
P_{11}
A_c
g_{13}
P_7
A_5
g_{10}
A'_3
P_8
A_6
g_{11}
P_9
P_{10}
g_{01}

قصد بر این است ما از تبدیل به دیاگرام استفاده کنیم.

دیاگرام ما شرایطی است که مونتاژ از گره‌ها به بالا هدایت شود

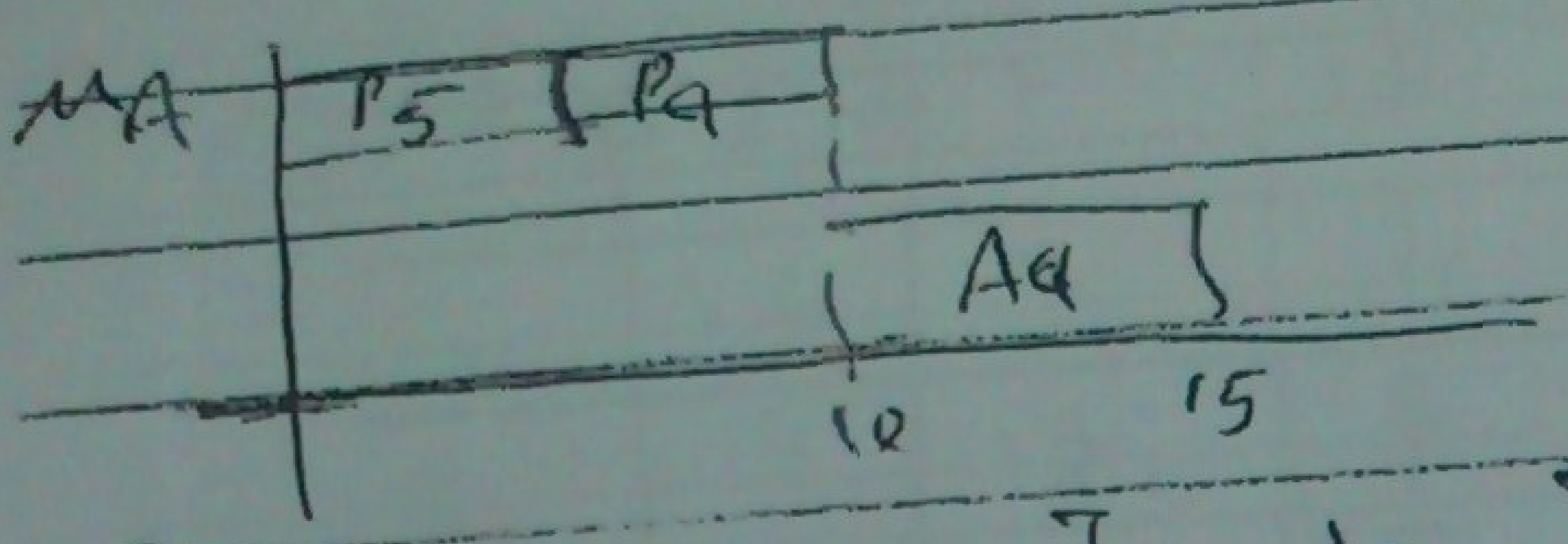
انتخاب از چپ به راست — LItL . $I < t$ $\{ g_{01} \; g_{02} \}$: G_1 گروه

برعکس از راست به چپ LITF $I > T$ $\{ \ldots \}$: G_2 گروه

که این ترتیب بندی برای این است که overlab را نداشته باشیم و [illegible]

40
۲

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
قطعات	5	3	8	6	3	7	8	3	5	4	11	8
زیر مونتاژ	14	8	3	5	8	6	16	12	3			


MA
P_5
P_4
A_4
10
15

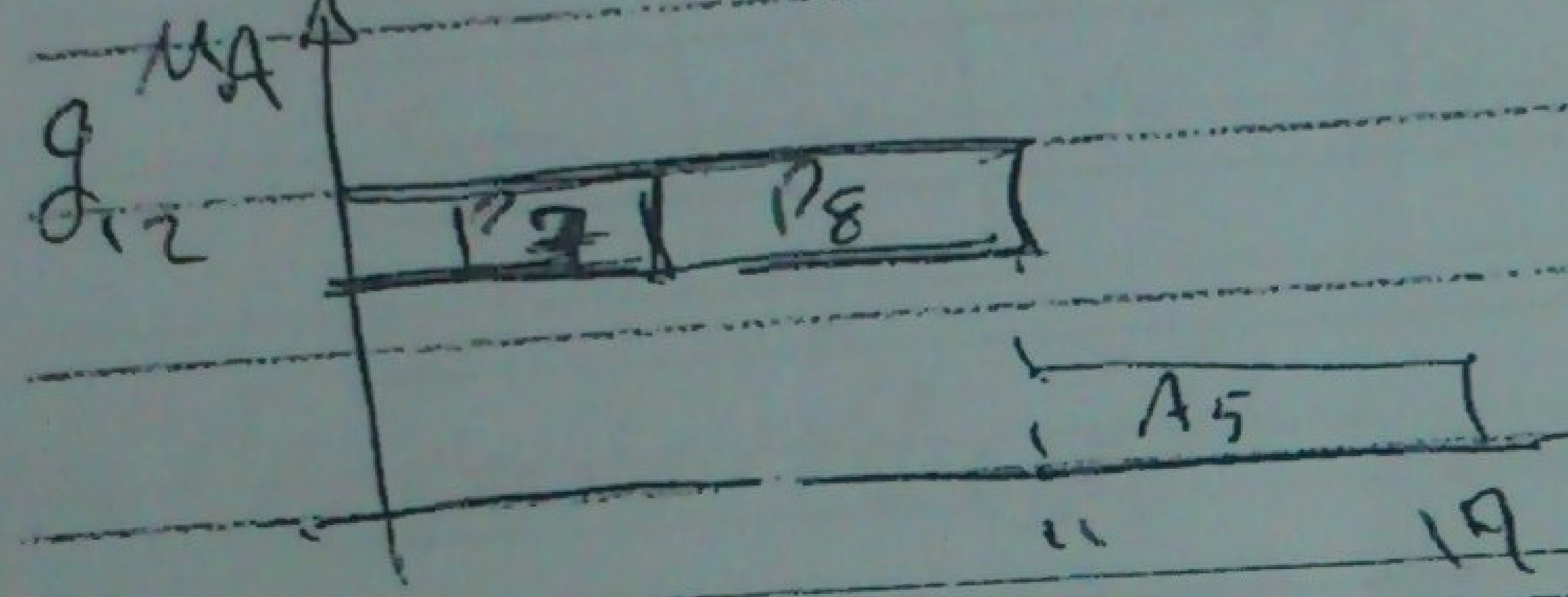
$S_1 = \{\ \}$

$S_2 = \{g_{11}, g_{12}, g_{13}\}$

$I_{11} = 10 \quad T_{11} = 5$

g_{11}

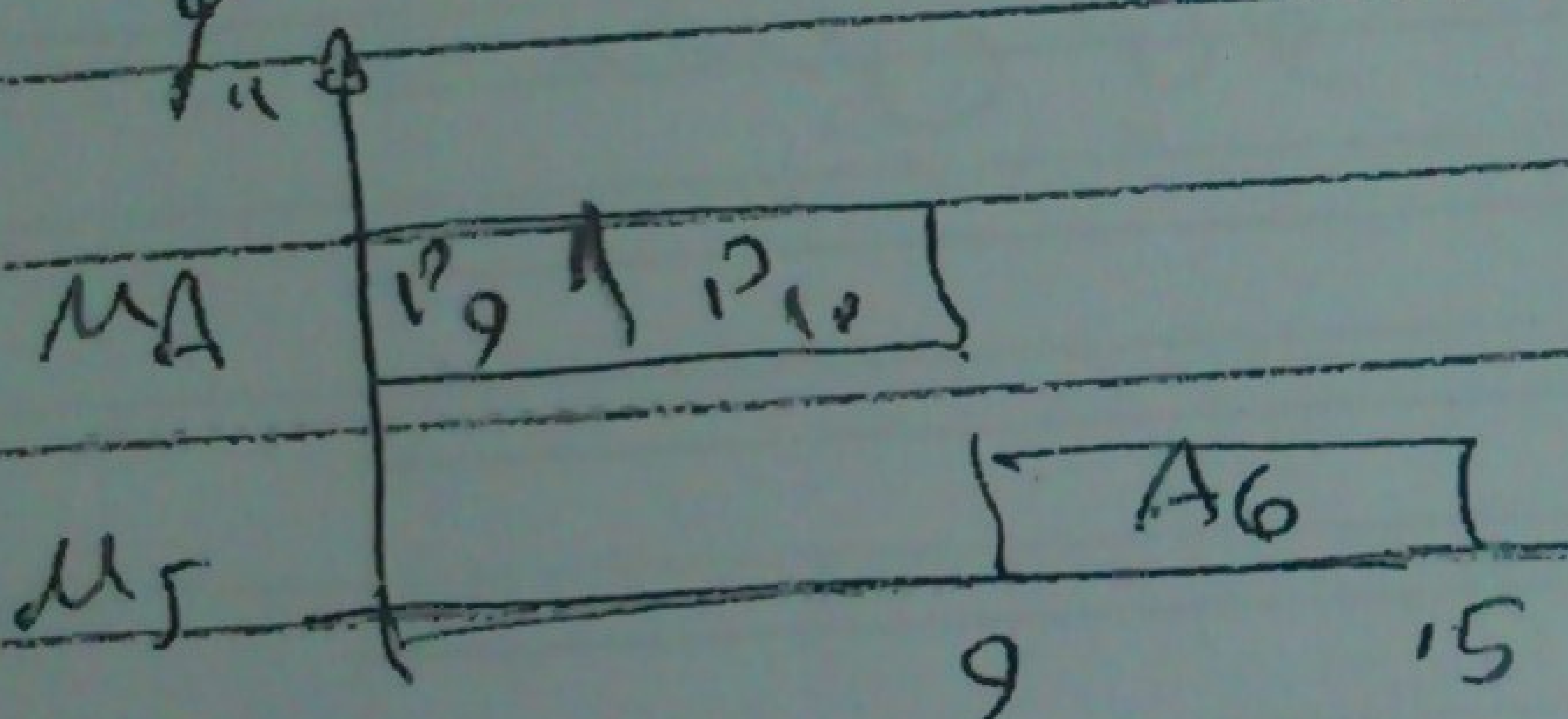
$S_2 = \{g_{12}, g_{13}, g_{11}\}$


MA
g_{12}
P_7
P_8
A_5
11
19

$I_{12} = 11$

$T_{12} = 8$

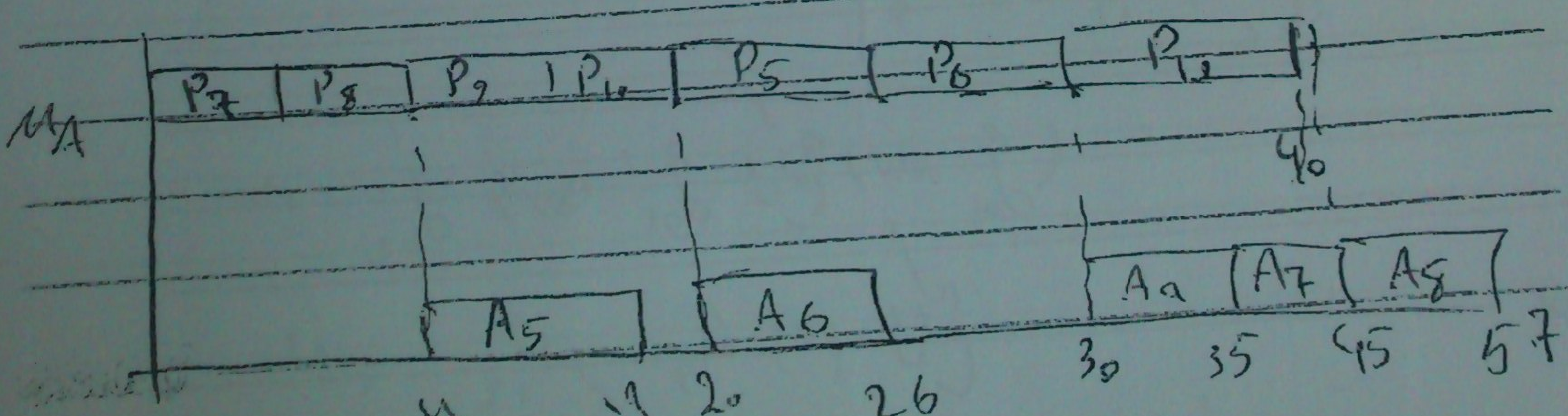
8


g_{11}
MA
M_5
P_9
P_{10}
A_6
9
15

$T_{13} = 9$

$I_{13} = 6$

$\{g_{12}, g_{13}, g_{11}, A_7, P_{11}, A_8\}$


MA
P_7
P_8
P_9
P_{10}
P_5
P_6
P_{12}
40
A_5
A_6
A_4
A_7
A_8
11
19
20
26
30
35
45
57

Subject :

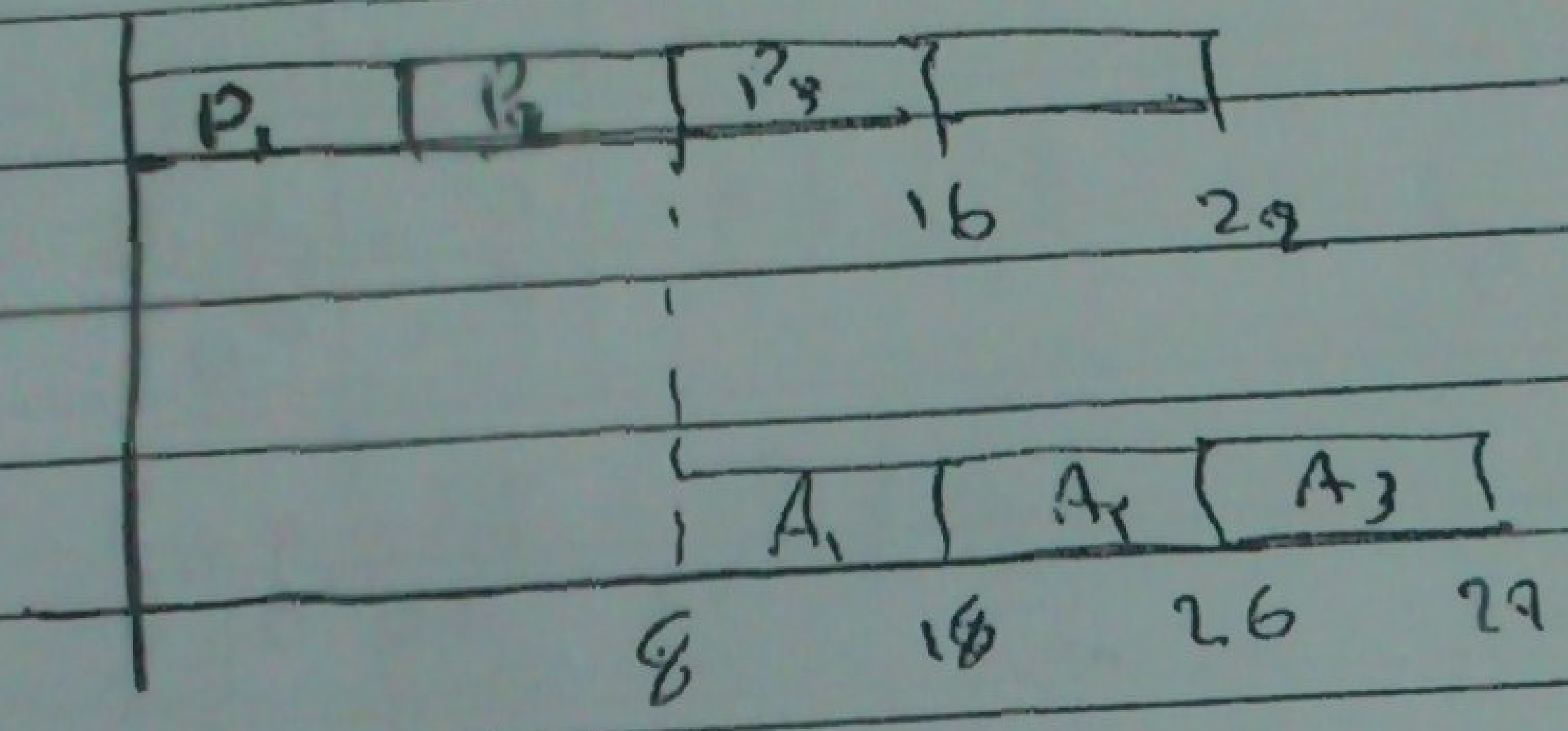
Date:

$T_{01} = 16$

$T_{21} = 17$ } برای g_{01}

g_{01} را با g_{02} مقایسه میکنیم.

g_{02}



P_1
P_2
P_3
16
29
A_1
A_2
A_3
8
18
26
29

$T_{02} = 8$

$T_{22} = 7$

حالا بین این دو S و C را پیدا کنیم

$S_1 = \{g_{01}\}$

$S_2 = \{g_{02}\}$

$\{g_{01}, g_{02}, P_{12}, A_9\}$

حالا g_{02} را روی g_{01} نگاشت میکنیم (الزام g_{01})

را الزام P_{12} و A_9 را هم نگاشت کنیم

MICRO®

در نهایت ۱۱ و ۸ واحد زمانی خواهد شد یعنی این محصول

$I_c = 16$

با فرض یعنی c اول نرم از ۱۰ واحد ها قابل تولید است.

$T_c = 11$

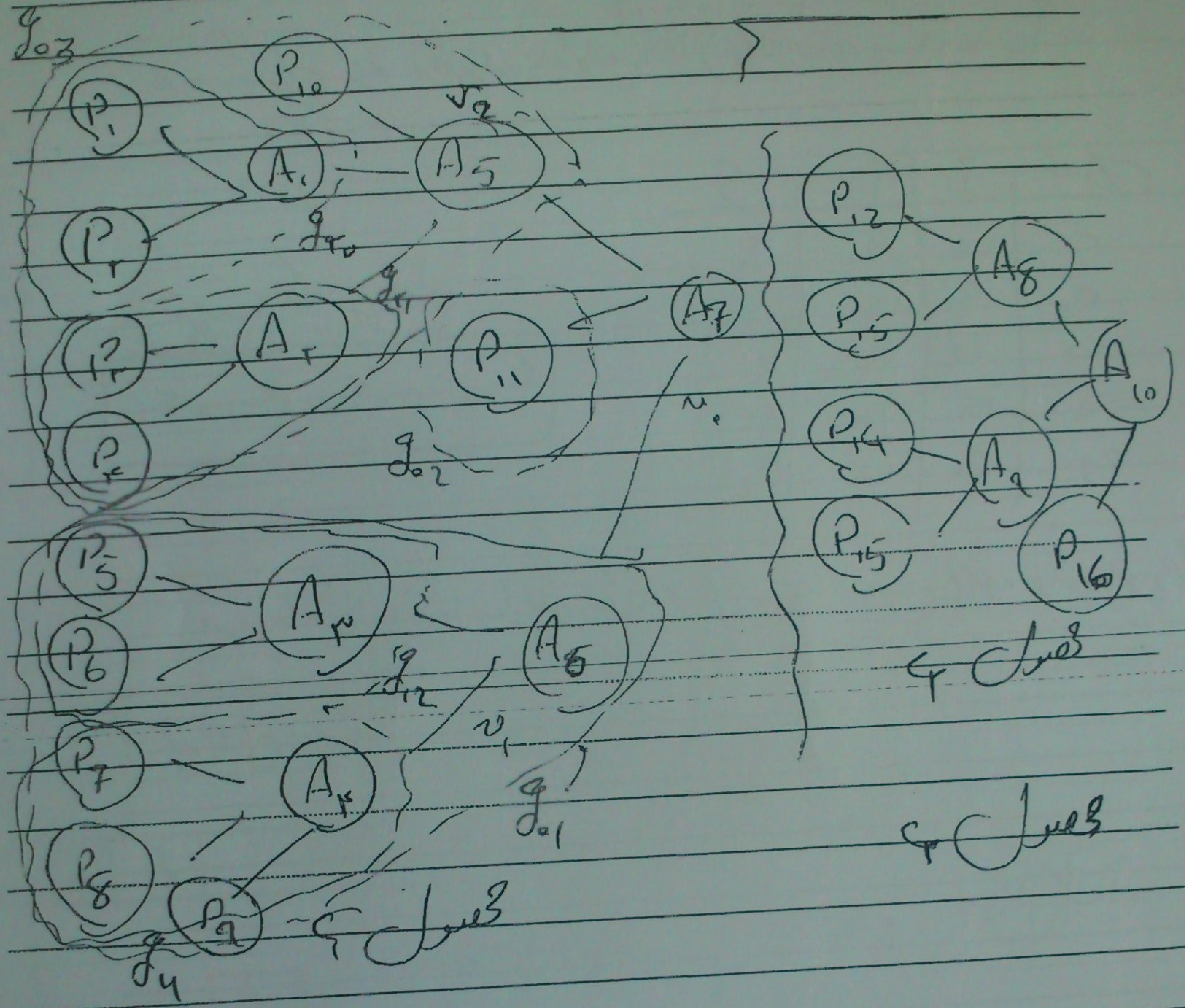
S	T	I	محصول
S_2	9	16	c_1
S_1	12	8	c_2
S_1	16	12	c_3
S_1	20	15	c_4
S_2	12	20	c_5

ترتیب نتایج c

$c_2 , c_3 , c_4 , c_5 , c_1$

اگر تعداد ماشین‌ها چند تا بیش شود تبدیل به مسائل پیچیده‌تر می‌شود و از روش‌های ابتکاری باید حل شود

برنامه ریزی تلفیق ماشین ها و معمار

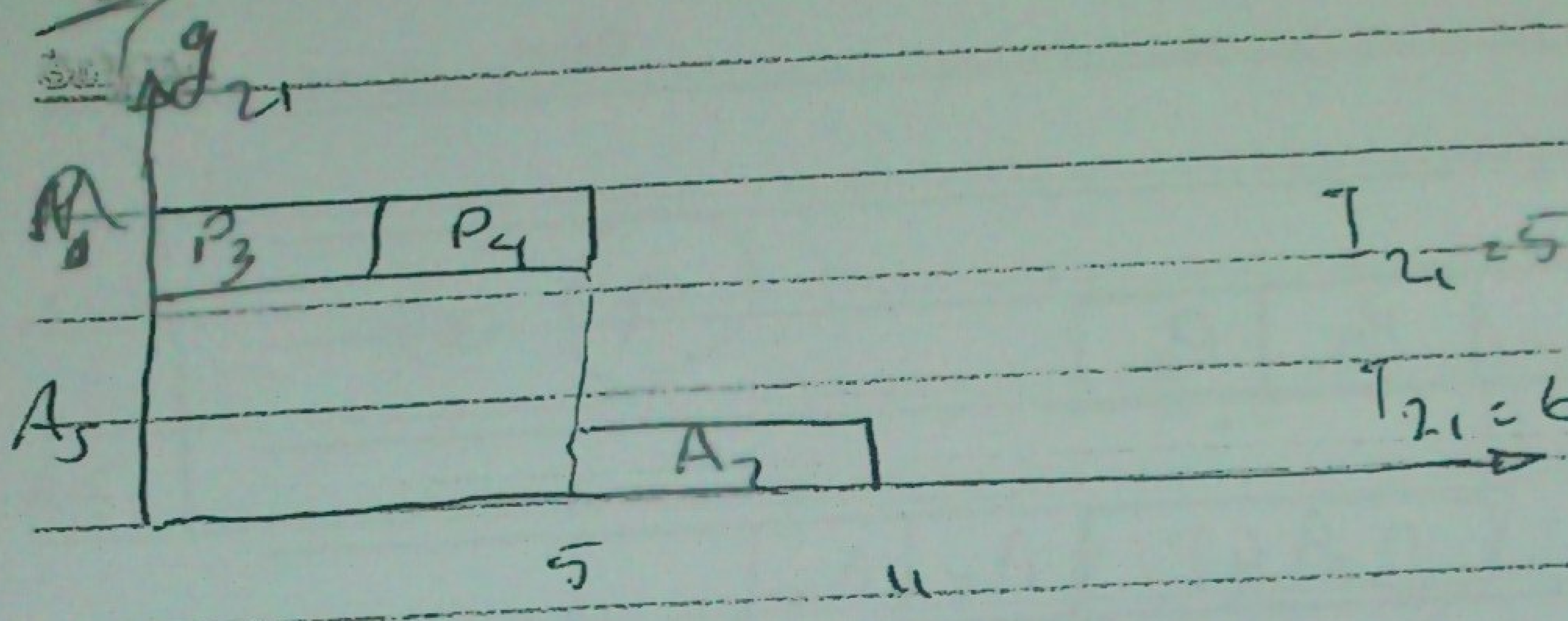

g_{03}
P_{10}
P_1
A_1
A_5
v_2
P_2
g_{20}
g_{11}
P_3
A_2
P_{11}
A_7
v_0
P_4
g_{02}
P_5
A_3
P_6
A_6
g_{12}
v_1
P_7
A_4
g_{01}
P_8
P_9
g_4
محصول ۱
P_{12}
A_8
P_{13}
A_{10}
P_{14}
A_9
P_{15}
P_{16}
محصول ۳
محصول ۲

کار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ماشین ها P	5	3	4	1	7	3	6	2	3	4	1	2	5	8	7	3
معمار A	8	6	4	1	5	8	3	2	11	6						

عرض | شغل معمار
شغل ماشین ها

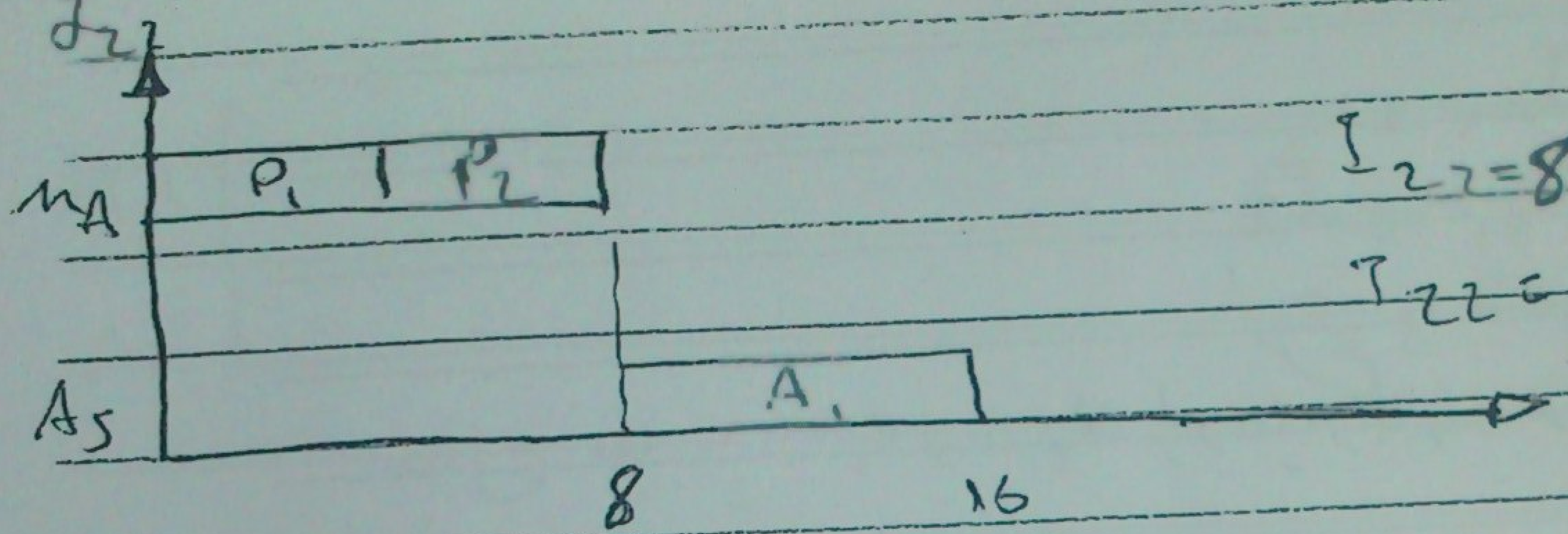
42

Date


g_{21}
MA
P_3
P_4
As
A_2
5
11

$I_{21}=5$ → S_1

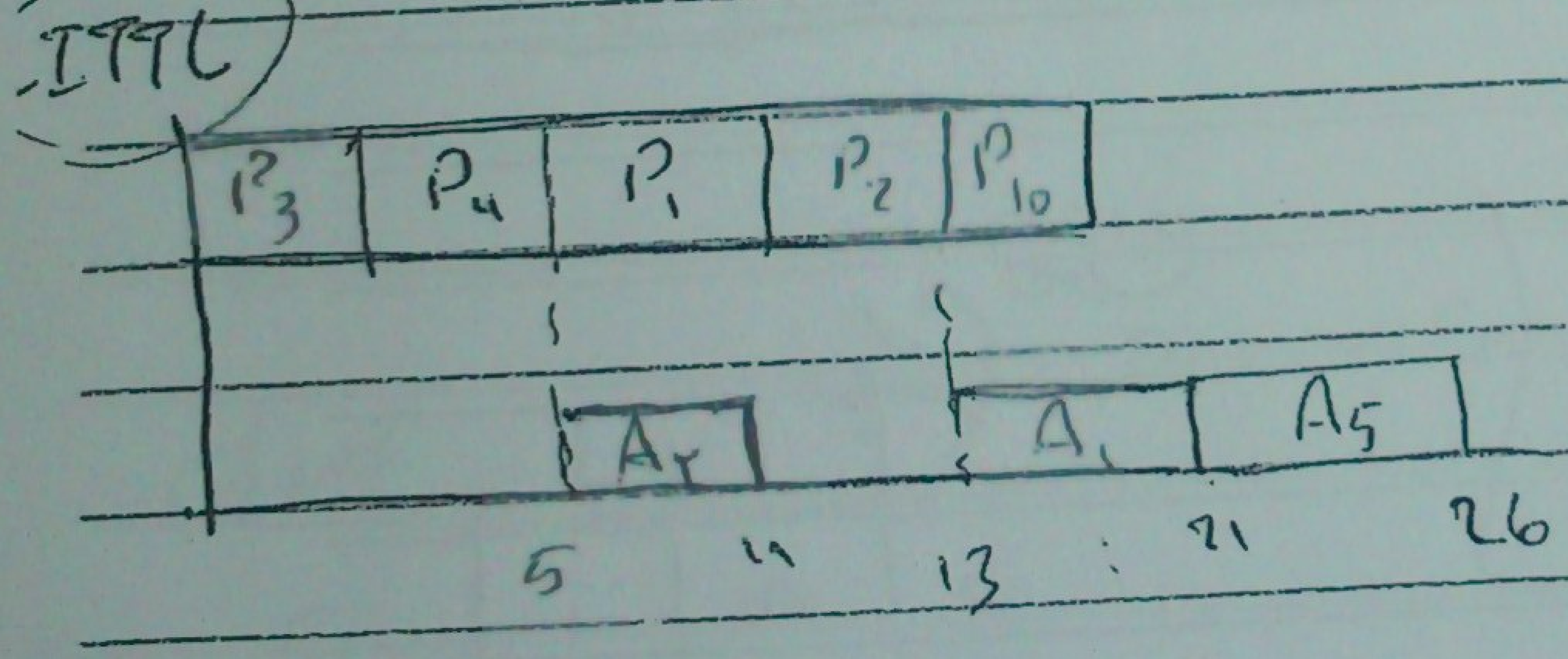
$T_{21}=6$


g_{22}
MA
P_1
P_2
As
A_1
8
16

$I_{22}=8$ → S_1

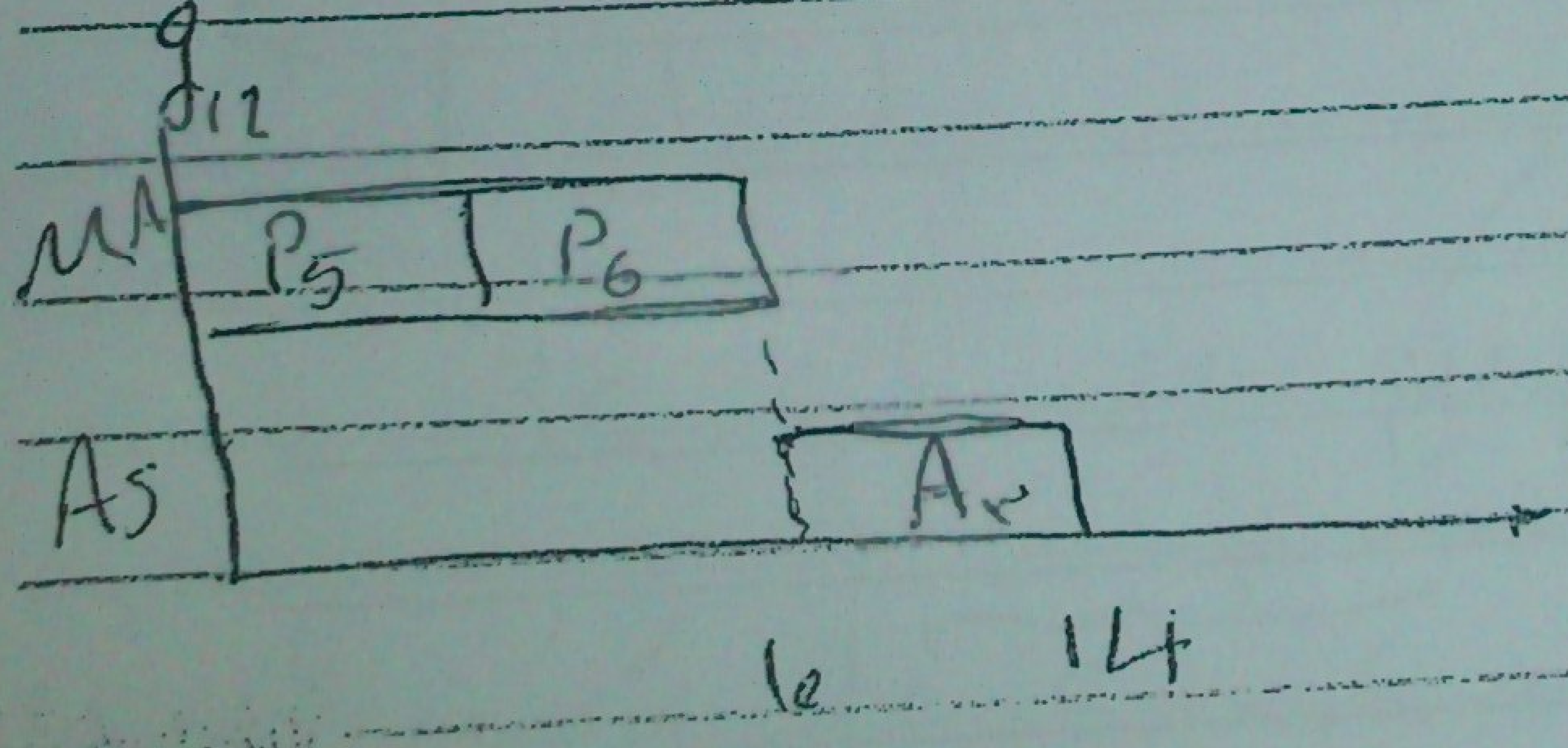
$T_{22}=8$

$S_{12}\{g_{21}, g_{22}\}$


ITTC
P_3
P_4
P_1
P_2
P_{10}
A_2
A_1
A_5
5
11
13
21
26

$I_{13}=7$

$T_{13}=9$ → V_T

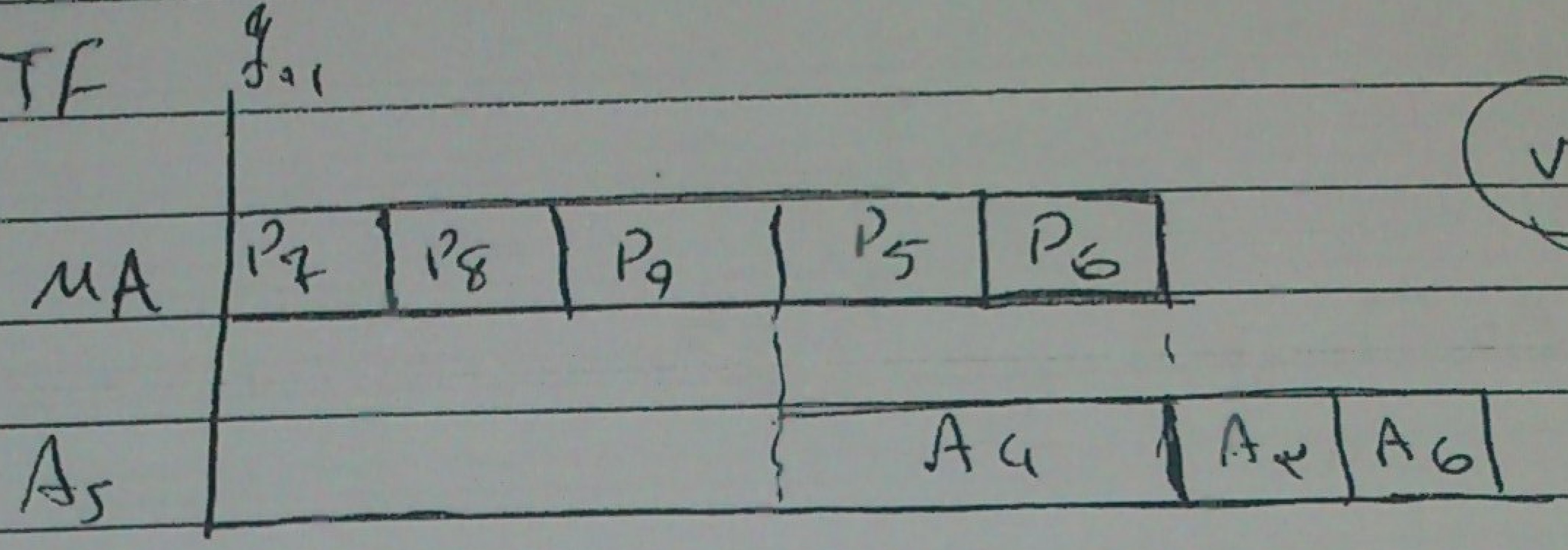

g_{12}
MA
P_5
P_6
As
A_2
10
14

$I_{12}=1$ S_1

$T_{12}=4$

Subject: Date:..............

LTTF

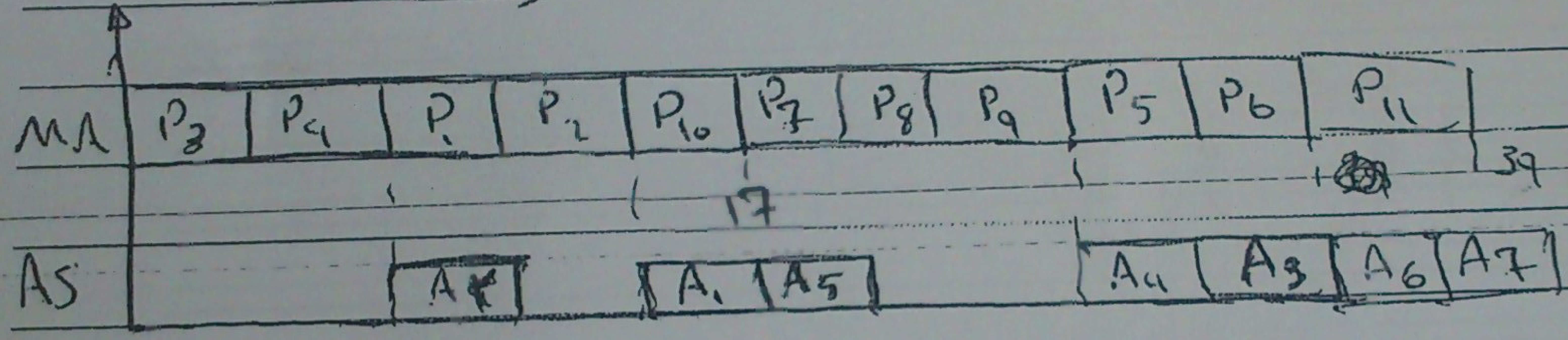

a1
MA
P7
P8
P9
P5
P6
As
A4
A2
A6

برای v_2

$I_{a1} = ۴$

$T_{a1} = ۳۲$

حال مقایسه v_1 و v_2 را با پارامترهای می‌کنیم


MA
P3
P4
P1
P2
P10
P7
P8
P9
P5
P6
P11
39
17
AS
A3
A1
A5
A4
A3
A6
A7

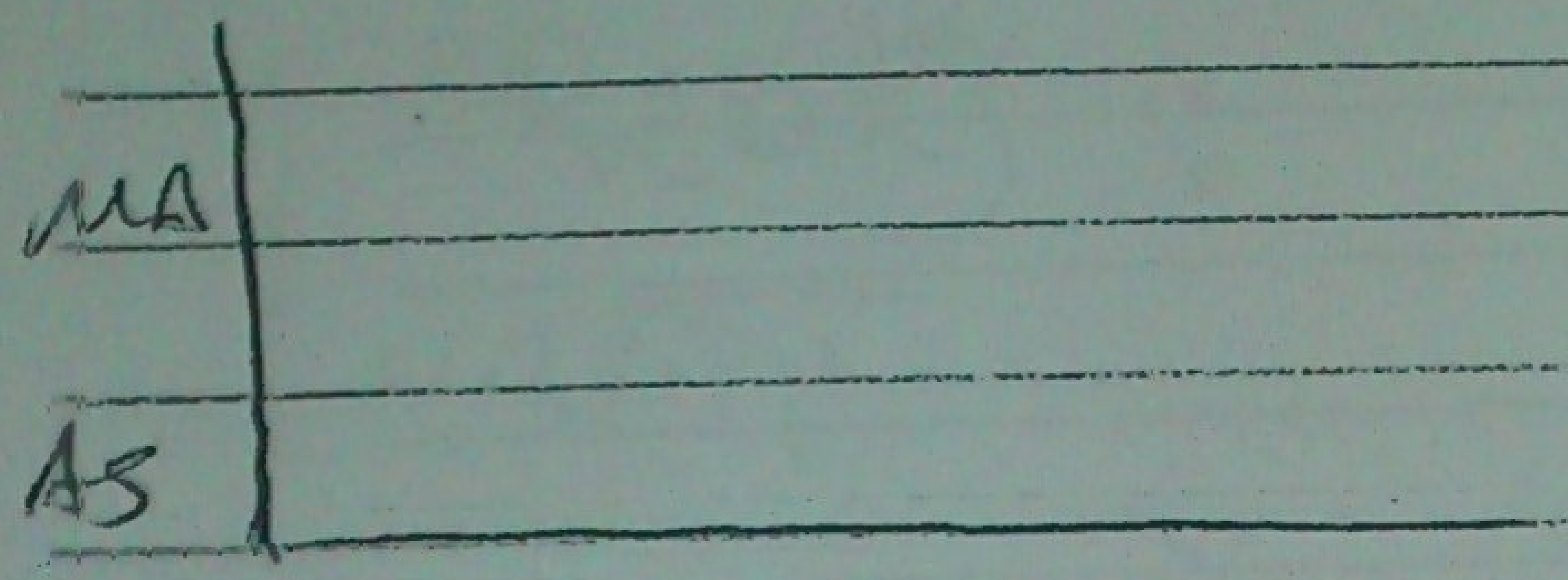
$I_{c1} = ۹$

$T_{c1} = ۳۴$

محصول
پارامتر C_1

Subject : Date :

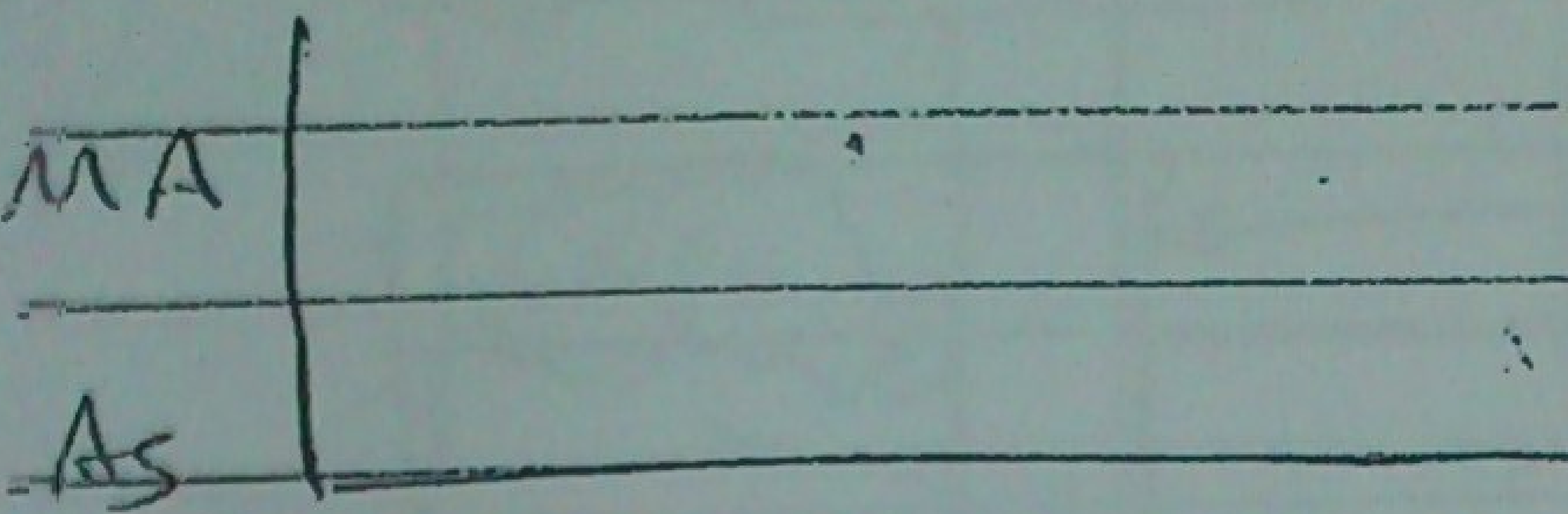
محصول C۲ :



$I_{o1} = 7$

$T_{o1} = 7$

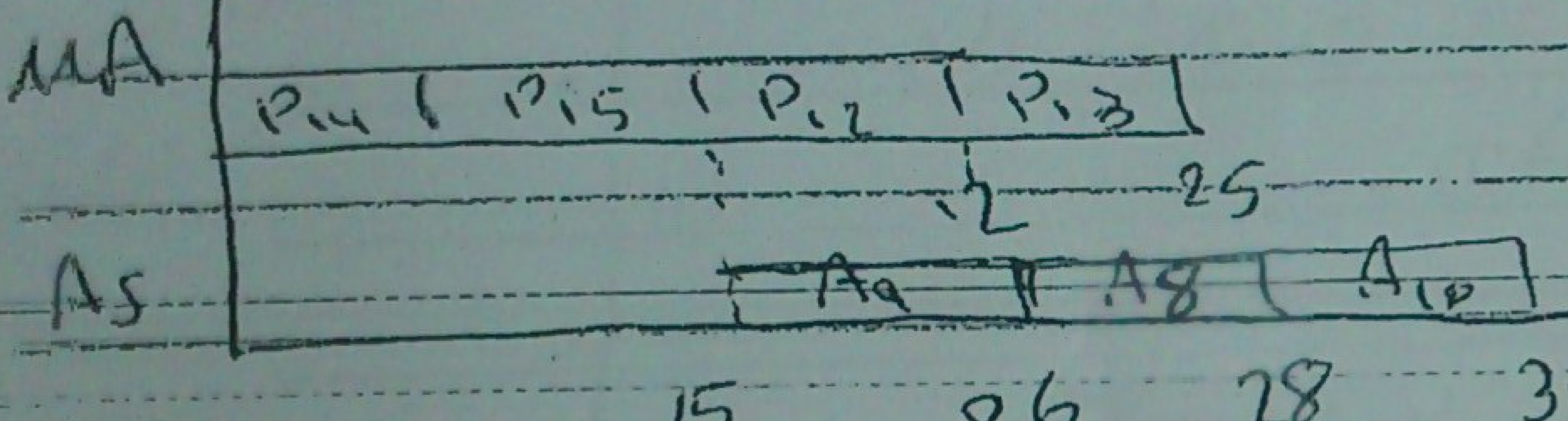
$S_۳$



$I_{o2} = 15$

$T_{o2} = 11$

$S_۴$


MA
P14
P15
P12
P13
12
25
AS
A9
A8
A10
15
26
28
39

$I_{C2} = 15$

$T_{e2} = 9$

مقایسه محصول ۱ و ۲

محصول	I	T	S
C۱	9	14	S_1
C۲	15	9	S_2

C۲ را دنبال C۱ رسم کنیم یعنی ترتیب {C۱ و C۲}

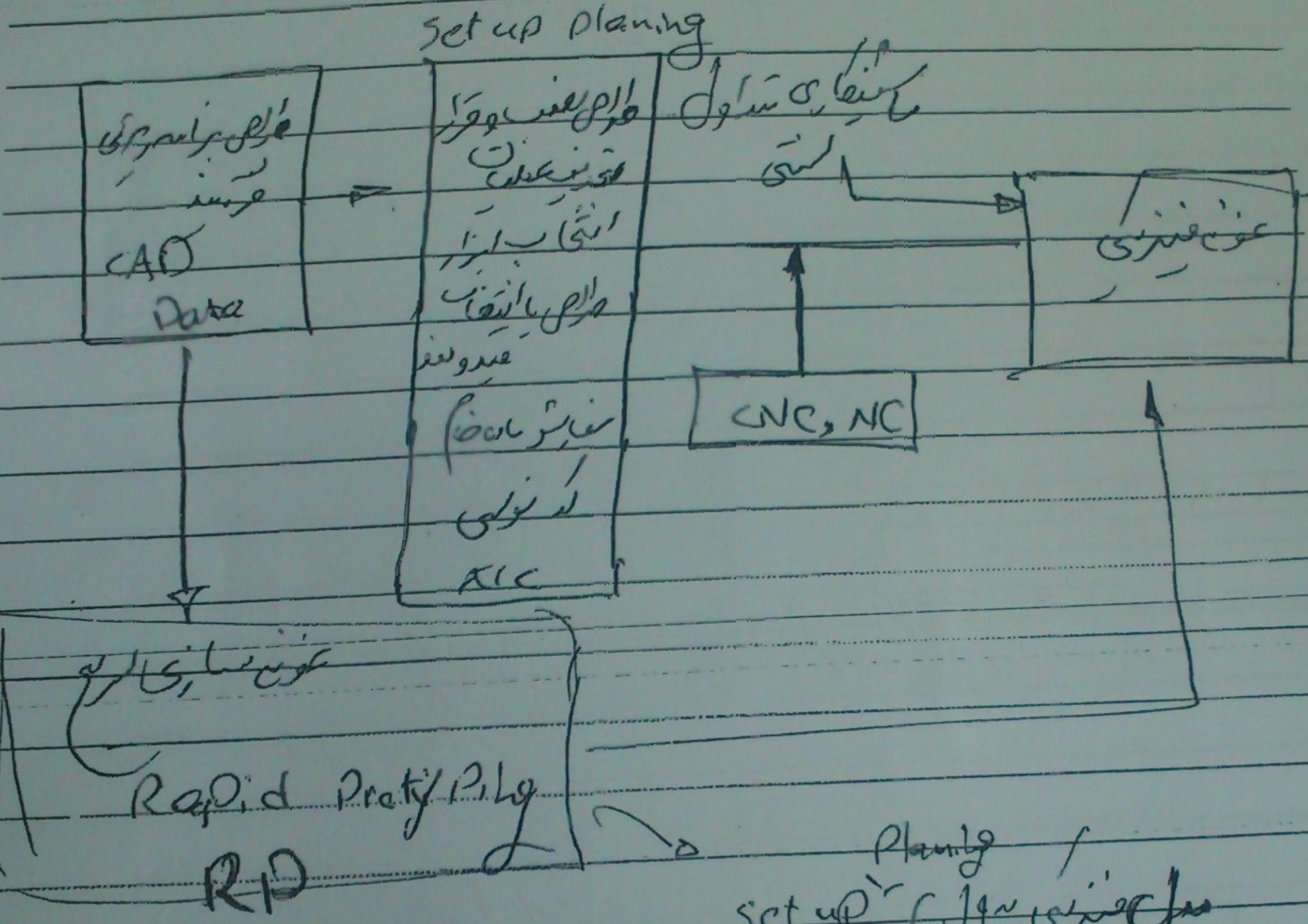
$\{\overbrace{C_1, C_1}^{۹۱}, C_2 و \overbrace{C_2}^{۸۲} \ldots C_2\}$ یا در ادامه هم تولیدی داشته باشیم

subject
Subject
Subject: نمونه سازی سریع

Date:..................

ارزیابی مراحل ه ساخت قطعه صنعتی

ساخت قطعه تجاری



Set up planing
طراحی براساس ویژگی فرایند
CAD
Data
طراحی نصب و قرار
تعیین ترتیب عملیات
انتخاب ابزار
طراحی یا انتخاب قیدوبند
نمایش ساده فرم
کد نویسی
ATC
ماشینکاری متداول سنتی
قطعه صنعتی
CNC و NC
نمونه سازی سریع
Rapid Pratyping
RP

ه مدل صنعتی بدون set up planing

by pass

می‌دهد

Concept

مفهوم RP

تولید لایه به لایه

۲- چسباندن لایه‌ها به هم

۳- ترمیم نهایی

44/1

Date

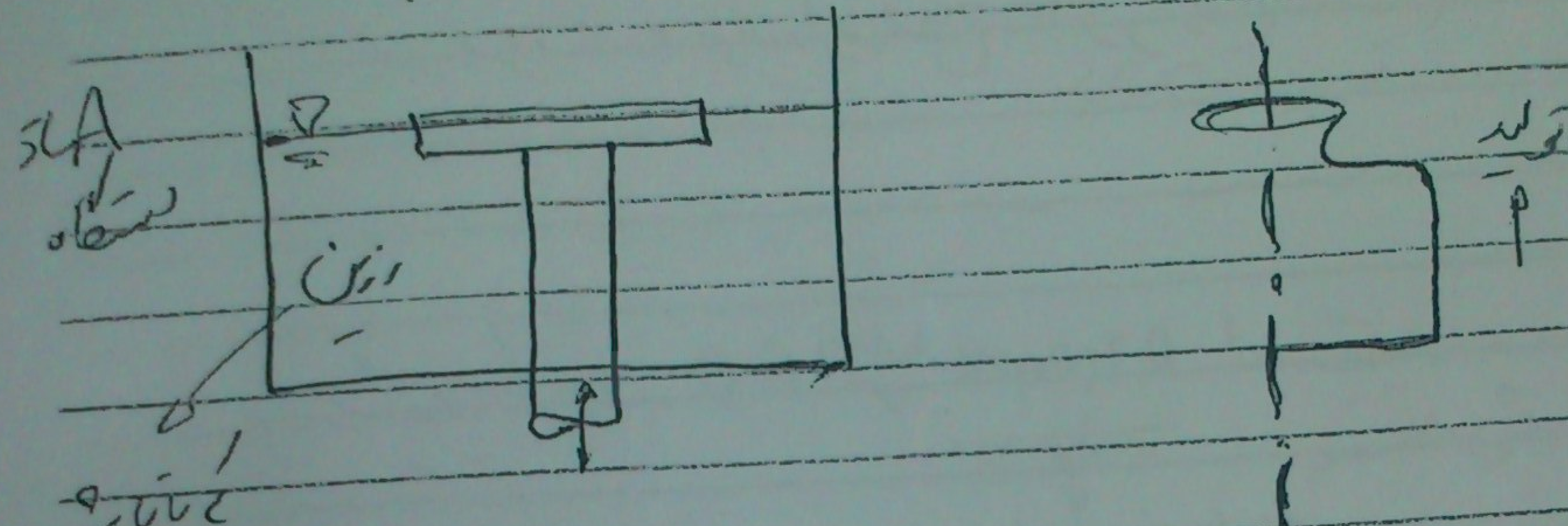
ماشین‌های تولید RP

3D system

Nagoya

(پرینتر 3D)

عملی (آزمایشی)



با تابش نور به صورت جامد در می‌آید

صافی سطح هر لایه بسته به شدت تابش دارد و دقت ماشین‌کاری.

Case به
Dekstd
کالوید

Desktop manufacturing

3D Printing

مشکلات: اگر یک حجم بسته داشته باشیم، ممکن است رزین مایع در آن حجم حبس شود.

مسئله‌ی تکیه‌گاه، رزین مایع قسمت تولید شده را تغییر شکل می‌دهد

Subject: STL file

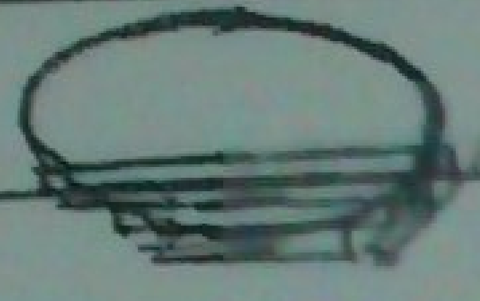
STL file

Date:

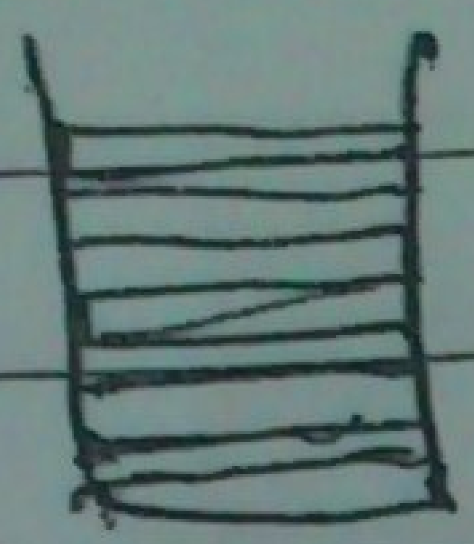
ضعف مواد دیگر سطح‌های شیب‌دار ضخامت است.

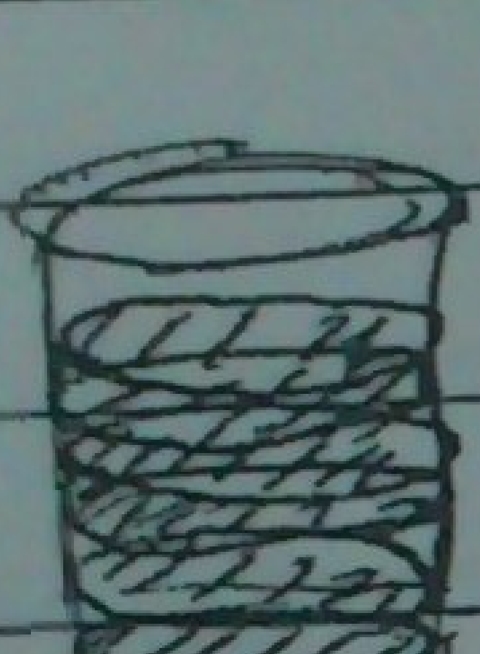
جهت تولید در دقت تأثیر دارد.

Orientation



سرعت تولید در سطح ۱۰ برابر (کف است)





بیشترین کاربرد RP (اعم از) RT (Rapid است.

ابزارسازی سریع

در دستگاه SLA ابتدا مرزها را جامد
می‌کند بعد داخل مرز را جاروب می‌کند.

build around insert

تولید اطراف جسم insert
به عنوان یک قطعه قرار می‌گیرد.

SGC ترسیم زمینی جامد : Solid Ground Curing

در SLA مشکل انقباض داشتیم

ولی دستگاه SGC تابش روی یک فیلم انجام می‌شود

و همزمان انجام می‌گیرد مشکل انقباض نداریم

subject
subject 1 subject
subject 1
subject 1

Date :

روش نمونه سازی سریع (RP)

✓ روش SLA

✓ Contour crafting

✓ عمل آوری زمینه تصویر SGC ← دقت بالا

حساسیت بالا

مشکلات انقباض را حل می‌کند

اتصال جوشی گزینشی لیزر SLS

پرینتر ۳ بعدی ـ چسب

روش LOM (ساخت بصورت لایه لایه)

↓

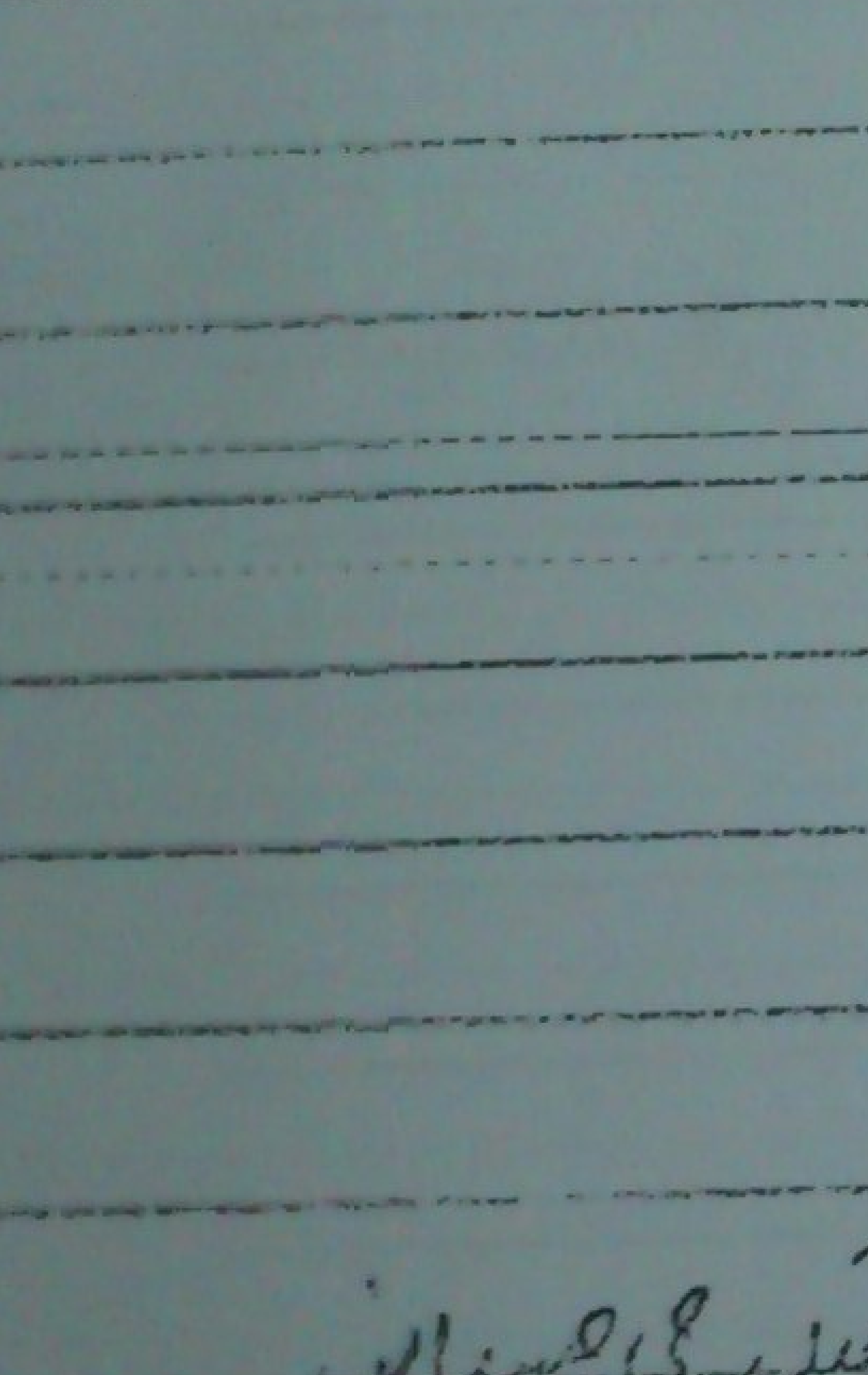
روال تهیه

روال مصرف شدن

غلتک ـ هر لایه ساخته شده را با لایه قبلی می‌چسباند

لیزر ـ برش لبه (برش سرتاسری)

که فقط یک لایه را می‌برد



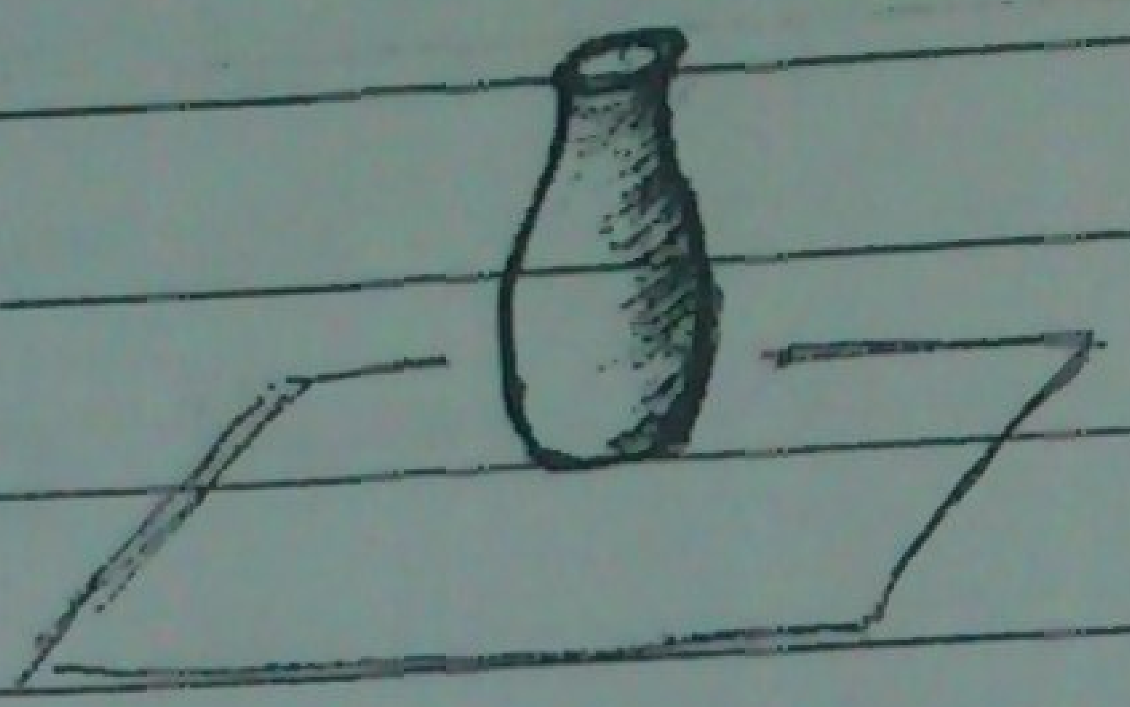
ابزارسازی ابزارسازی ابزارسازی ابزارسازی

Subject: صفحه ۲ ابزارسازی

Date: [illegible]

روش FDM :

قطعات توسط پلاستیک به صورت لایه لایه از نازل خارج می‌شوند و روی لوح ریخته می‌شوند.

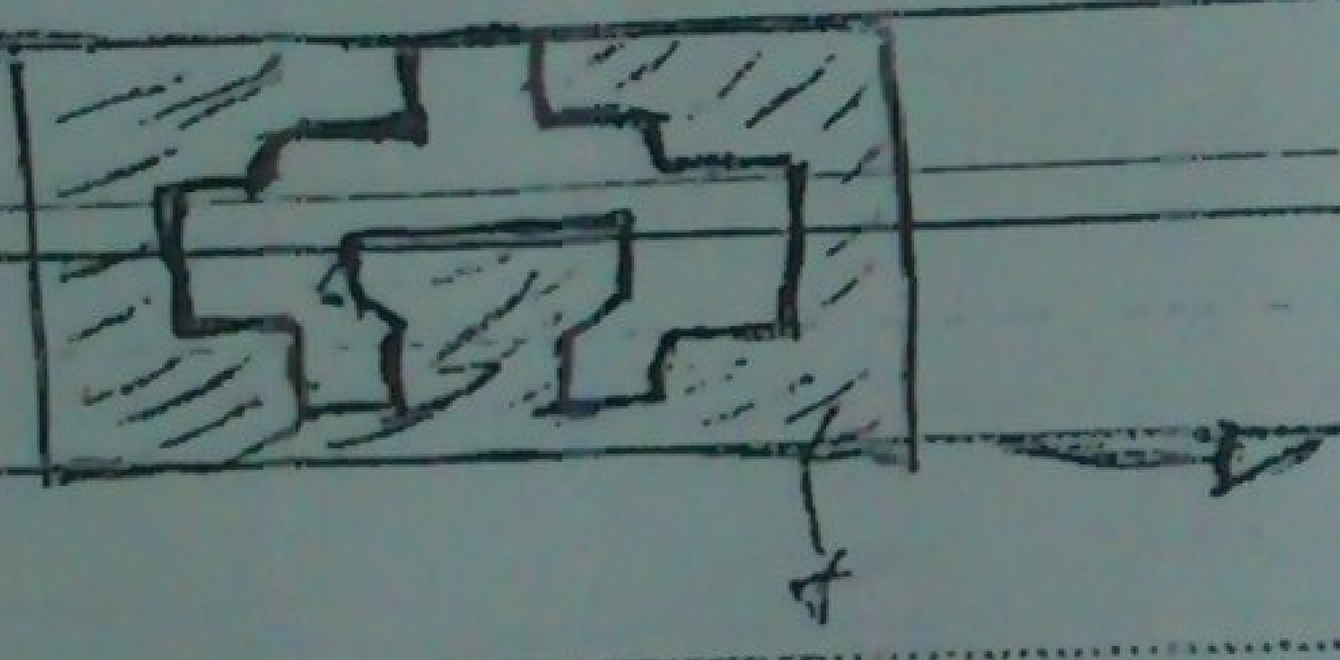


۱- ابزارسازی سریع (RT)

۲- ابزارسازی به روش مستقیم [illegible]

که مستقیماً قالب را درست می‌کنیم [illegible]

یعنی قالب‌های زائد قطعه را ایجاد می‌کنیم



به روش 3D پرینت قالب را درست کردیم

چسب به این نقاط می‌زنیم

۳- RTV (انجماد دمای اتاق)

- قالب‌گیری لاستیک سیلیکون

مدل اولیه به روش RP ساخته می‌شود و بعد از قالب‌گیری [illegible]

[illegible] مدل ساخته‌ام (مدل ساخته شده با استفاده از RP)

MICRO

46

تاریخ :

موضوع :

(ارزان)

قالب‌سازی RP ← قالب بالایی

قالب پایینی

دو مرحله‌ای قالب‌سازی

مثلاً به اولین [illegible] 30

مدل RP ← قالب اولی ← مدل لاستیکی ← قالب گچی ← قالب نهایی

از مدل RP نمی‌توان قالب گچی تولید کرد چون خیلی لغزنده است

[illegible]

(ن)

پایان

~~[illegible]~~

~~[illegible]~~ ۵۷ [illegible]

- برنامه‌ریزی فرآیند با روش مولد را توضیح دهید؟ (۱/۵ نمره)

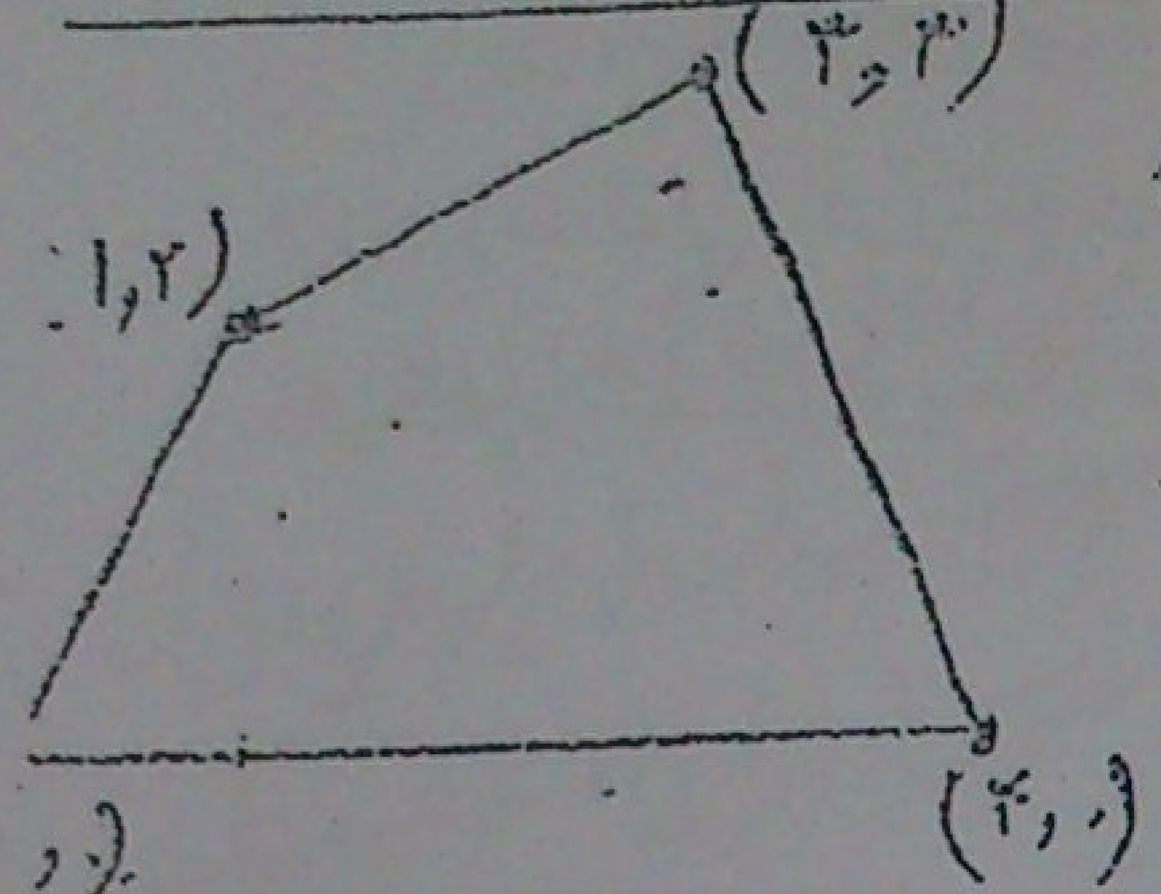
[illegible] شناسایی اشکال در [illegible] ماشینکاری

- برنامه‌ریزی فرآیند تغییراتی را توضیح دهید و منظور از ماتریس خانواده چیست؟ (۱/۵ نمره)

- مزایای مدل‌سازی با استفاده از اشکال ویژه ماشینکاری را توضیح داده و انواع آن را بنویسید؟ (۱/۵ نمره)

۱- استفاده از تکنیک ۳ بعدی - ۲- استفاده از داده‌های B-rep ۳- استفاده از [illegible] CSG ها

- در نمونه‌سازی سریع، عوامل مؤثر در انتخاب جهت تولید را نام ببرید؟ (۱ نمره)



- عیب عمده نرم‌افزارهای تجاری SurfCam، CATIA، MasterCam چیست؟ (۱ نمره)

الگوریتم‌های آن در حالت اطلاعات خاصی و کلاسیک هستند.

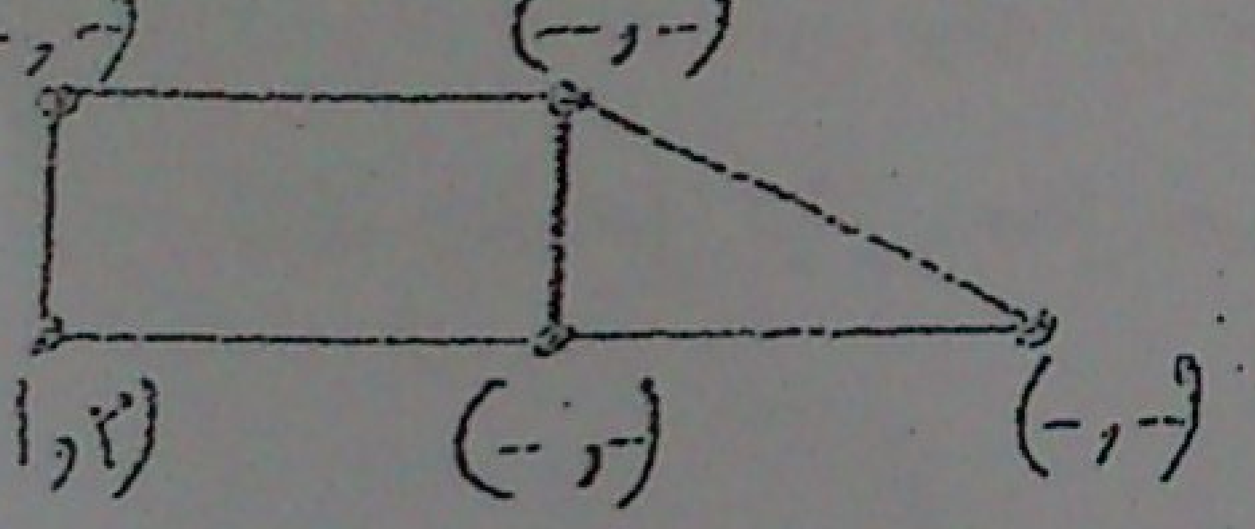
- منحنی بیزیر که از چهار نقطه مقابل می‌گذرد چیست؟ با رسم تقریبی شکل منحنی

مقدار آن را در $u=2$ بیابید و روی شکل نشان دهید؟ (۲/۵ نمره)

۱- نقطه‌ی P(۴،۳،-۲) در دستگاه کارتزین XYZ واقع است. ماتریس تبدیل دوران و انتقال آن به دستگاه

X'Y'Z' را بیابید؟ در صورتیکه مختصات مبدأ دستگاه جدید نسبت به دستگاه کارتزین (۱،-۳،۴) باشد و داشته باشیم:

$i' = (0,0,-1)$, $j' = (-1,0,0)$, $k' = (0,-1,0)$ (۲/۵ نمره)



- شکل مقابل تیر یکسر گیردار است که به دو المان مثلثی و مربعی تقسیم شده است.

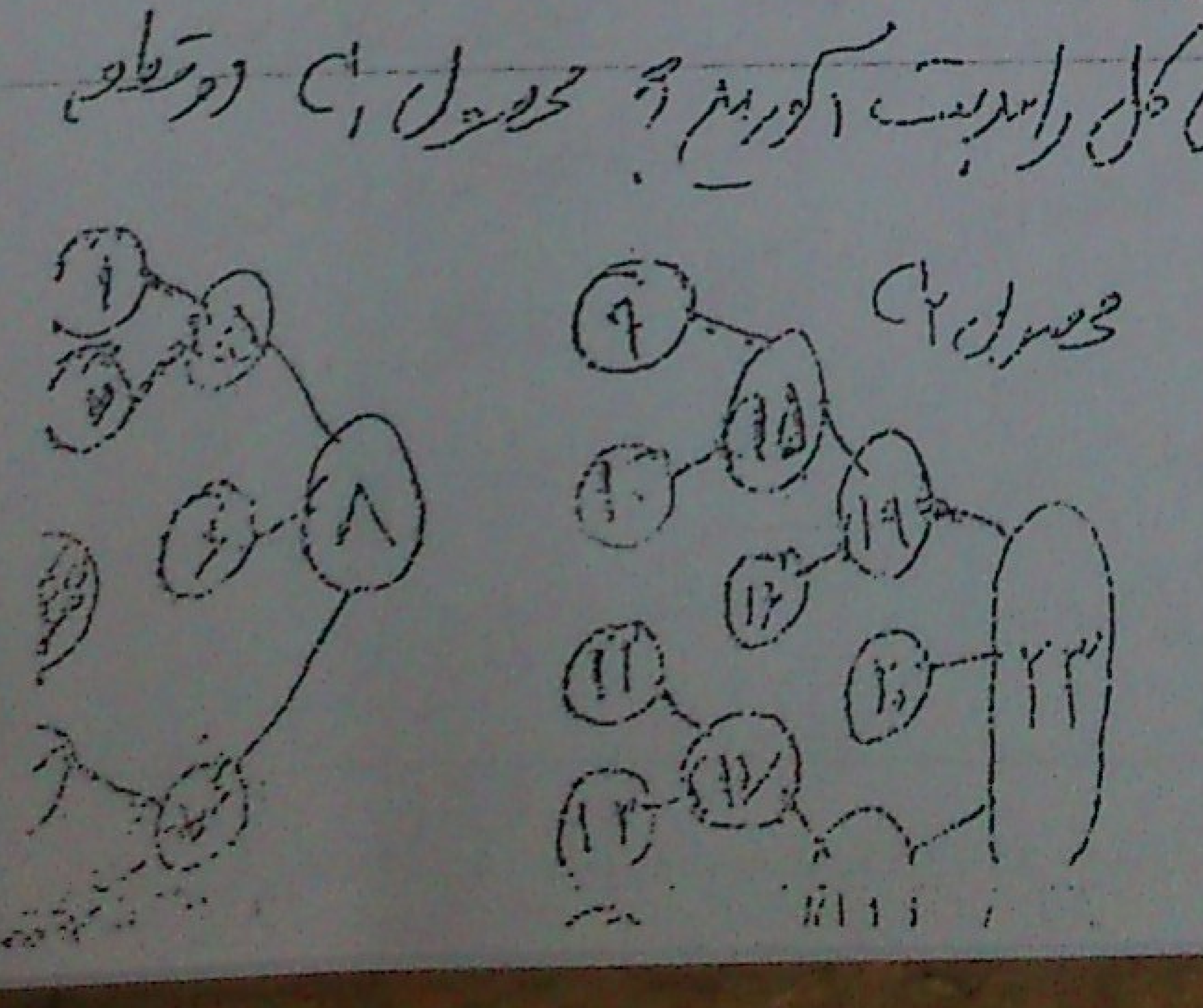
تابع شکل را برای هر کدام بدست آورید؟ (براساس سطح ۲،۷) (۳ نمره)

شماره عملیات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
عملیات مقدم	۳	۶	-	۱	-	-	۵	۹	-	۷
ابزار	T_1، T_4	T_1، T_5، T_3	T_1، T_2	...	...	...	...	...	...	...

- با توجه به داده‌های جدول مقابل، با استفاده از روش Rho، ترتیب عملیات و ابزار بهینه را انتخاب نمایید؟ (۳ نمره)

۱- با توجه به نمودار و جدول داده شده دیاگرام ماشینکاری و مونتاژ را رسم کرده و زمان کل را بدست آورید؟ محصول C۱ و [illegible]

(۲/۵ نمره)



جدول ۳ [illegible]

شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	...
زمان ماشینکاری	۴	۲	۳	۳	-	۶	-	-	۲	۳	...

[illegible]

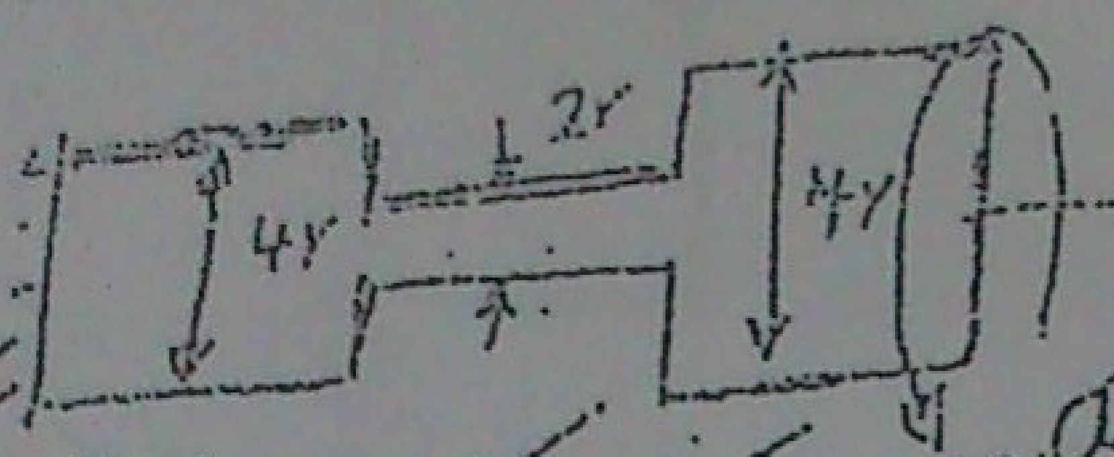
۳- درباره CIM توضیح دهید.

۲- درباره [illegible] مهم‌ترین ساختارهای [illegible] توضیح دهید و مزایا و معایب آن را بنویسید.

در تجزیه و تحلیل در این سیستم یکپارچگی کامل از زیر سیستم‌ها به وجود آمده (اتوماسیون) که برای هر کدام اطلاعات را می‌توانیم ویرایش کنیم (انعطاف)

۴- چه [illegible] برای [illegible] در [illegible] این اشکال وجود دارد؟

چه نیازی به برنامه لازم [illegible] روش [illegible] که برای رسیدن



به شکل مورد نظر تعریف شده و [illegible] دستگاه [illegible] عملیات ماشینکاری [illegible] می‌کند (جزوه [illegible])

با توجه به مشخص بودن روش، روش ماشینکاری

Feature ها را دارند [illegible] operation [illegible]

۵- روش‌های ابزارسازی سیستم [illegible] را [illegible] توضیح دهید؟

① به صورت [illegible] ② [illegible] با یک مرحله [illegible] یا ۳ مرحله [illegible] کردن

۶- دوران و انتقال [illegible] مختصات [illegible]

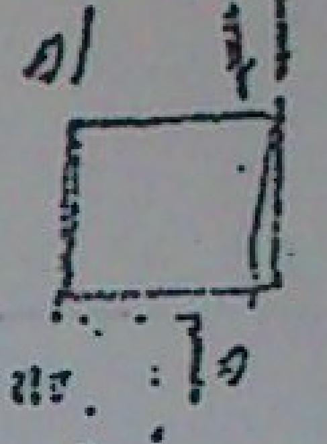
[illegible] ابزار را تعریف شده که بهترین ابزار را انتخاب می‌کند

به جز [illegible] تعریف روش ماشینکاری [illegible]

(مثلاً روش ماشینکاری فلز با یک مرحله [illegible] کردن)

۷- ماتریس خانواده را توضیح دهید.

۸- المان [illegible]



۹- تلفیق تولید و مونتاژ.

سؤال‌های امتحان ترم دی ۸۹

۱- برنامه‌ریزی رایانه‌ای فرآیند تولید ماتریس خانواده چیست؟

۲- عیوب نرم‌افزارهای CAM مثل MasterCAM و SurfCAM چیست؟

۳- برنامه‌ریزی رایانه‌ای به روش [illegible] را توضیح دهید [illegible] CAD [illegible] و برنامه [illegible]

۴- مزایای استفاده از روش [illegible] بر اساس [illegible] و انواع آن

دیگر مثل روش [illegible] نیازی به [illegible] ندارد [illegible] در مرحله اول [illegible] برعکس اون [illegible] هر مرحله را انجام می‌ده [illegible]

۶- در چرا ماشین‌کاری [illegible]؟

۷- منحنی Bilinear را رسم کنید

۸- زبان [illegible] FEM

۹- در RP [illegible] قطعه [illegible]؟

[illegible] Edit [illegible] کنیم

موفق باشید

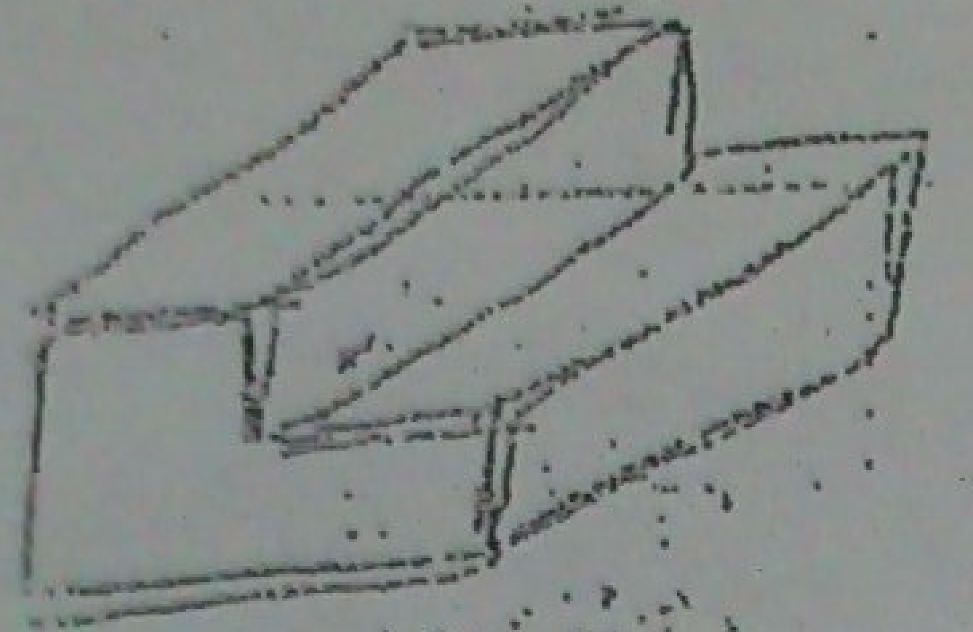
[illegible] سیستم تولید [illegible]

[illegible] ۹۵

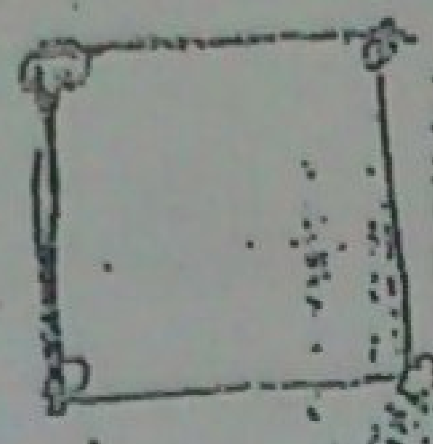
[illegible]

[illegible] مجموعه نرم افزار [illegible] CAM چیست؟

نمودار CSG شکل زیر را رسم کنید و با یک مثال [illegible] آنها را توضیح دهید.



برای سطح مربع (اتصال مربع شکل) ماتریس شکل را بدست آورید.



منحنی بزیر نقاط زیر را بدست آورید و نقطه‌ای از آنها [illegible]

(۰ ، ۰) (۱ ، ۲) (۲ ، ۴) (۳ ، ۰)

- برنامه نویسی ماشین کاری و سوراخ کاری؟

~~الگوریتم ترتیب~~

راه‌های CAD ، CAM [illegible] انجام پذیرفته [illegible] کدام را بگویید.

- چند فهرست نرم افزارهای CAD ، CAM و CAE را نام ببرید و [illegible] کدام را بگویید.

- ماتریس خانواده [illegible] کدام مرحله است و [illegible] فرایند (برنامه ریزی فرایند) Process planning

- G-T در کدام مرحله استفاده می‌شود و انواع آن را بگویید

MICLASS - KK3 - اپتیز - در روش تبدیلی

- شناسایی اشکال ویژه برای پس CAD چه مزیتی دارد و کاربرد آن [illegible]

سیستم تولید [illegible] انعطاف پذیر

CIM ، CATIA ، Autocad ، Solidwork ، Pro Eng